

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

2013

Mgr. David Zeman

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Studijní program: P 6208 – Ekonomika a management

Studijní obor: Organizace a řízení podniků

**VYUŽITÍ VALUE AT RISK (VaR) MODELŮ
PŘI ŘÍZENÍ TRŽNÍCH RIZIK**

Application of Value at Risk Model for Market Risk Management

Mgr. David Zeman

Školitel: prof. Ing. Jiří Kraft, CSc., katedra ekonomie

Počet stran: 151

Počet příloh: 2

Liberec, 2013

Abstrakt:

Disertační práce se zabývá problematikou využití metody Value at Risk (VaR) při řízení podstupovaného tržního rizika při podnikání na finančních trzích. Konkrétně se zaměřuje na způsob aplikace této metody na stanovování výše kapitálových požadavků k tržnímu riziku u bank.

Metoda VaR má v sobě zabudovány určité předpoklady, které mohou vést k podhodnocení postupovaného tržního rizika v době mimořádných turbulencí na finančních trzích. Basilejský výbor pro bankovní dohled navrhuje změny ve výpočtu kapitálových požadavků pomocí VaR metody, které by měly toto podhodnocení odstranit. Práce dokazuje, že tomu tak není, neboť nově navrhovaný přístup předpoklady, díky kterým metoda VaR není schopna plně podchytit podstupované tržní riziko, neodstraňuje. Navržené změny povedou zejména k navyšování potřeby kapitálu, aniž by ale existovala dostatečná závislost mezi touto potřebou a reálně podstupovaným tržním rizikem.

Disertační práce si klade za cíl najít alternativní přístup, který by odhadl přesněji velikost podstupovaného tržního rizika a tím i velikost kapitálu potřebnou k pokrytí případných ztrát v době mimořádných turbulencí na finančních trzích.

Klíčová slova:

Tržní riziko, kapitálový požadavek, Value at Risk (VaR), Basilejský výbor pro bankovní dohled

Abstract:

Doctoral thesis deals with the use of Value at Risk (VaR) in the management of accepted market risk in business in the financial markets. Specifically, it focuses on the method of application of this method to determine the amount of capital requirements for market risk in banks.

The VaR method has certain assumptions built into them, which may lead to an underestimation accepted market risk in times of extraordinary turmoil in financial markets. Basel Committee on Banking Supervision proposed changes to the calculation of capital requirements using the VaR method, which should eliminate this underestimation. Doctoral thesis demonstrates that it is not, because the newly proposed approach assumptions that make VaR method is not able to fully capture the market risk-taking does not eliminate. The proposed changes will particularly need to increase capital without but there was a sufficient relationship between that need and really accepted market risk.

Doctoral thesis aims to find an alternative approach that would more accurately estimate the size of underlying market risk and thus the amount of capital required to cover potential losses in times of extraordinary turmoil in financial markets.

Key words:

Market risk, Capital requirement, Value at Risk (VaR), Basel Committee for Banking Supervision

Kurzbeschreibung:

Die Dissertation befasst sich mit der Verwendung von Value-at-Risk-Methode (VaR) bei der Steuerung des eingegangenen Marktrisikos im Geschäft an den Finanzmärkten. Insbesondere konzentriert sie sich auf die Anwendungsweise dieser Methode an der Bestimmung der Kapitalforderungen für Marktrisiken in Banken.

Die VaR-Methode beinhaltet bestimmte Annahmen, die zu einer Unterbewertung des Marktrisikos in Zeiten der außergewöhnlichen Turbulenzen an den Finanzmärkten führen kann. Das Basel Komitee für Banksichtweite schlägt Änderungen an der Berechnung der Eigenkapitalforderungen anhand der VaR-Methode vor, die diese Unterbewertung beseitigen sollten. Die Dissertation führt den Nachweis, dass es so nicht ist, denn der neu vorgeschlagene Ansatz beseitigt nicht die Annahmen, dank denen die VaR-Methode nicht in der Lage ist, das Marktrisiko vollständig zu fassen. Die vorgeschlagenen Änderungen werden vor allem zur Kapitalerhöhung führen, ohne dass es eine ausreichende Beziehung zwischen diesem Kapitalbedarf und dem wirklichen Marktrisiko gibt.

Die Dissertation legt sich das Ziel, einen alternativen Ansatz zu finden, der die Größe des zugrunde liegenden Marktrisikos und damit auch die Höhe des erforderlichen Kapitalbedarfs zur Deckung der möglichen Verluste in Zeit der außergewöhnlichen Turbulenzen an den Finanzmärkten genauer schätzen würde.

Schlüsselwörter:

Marktrisiko, Kapitalbedarf, Value-at-Risk-Methode (VaR), Basel Komitee für Banksichtweite

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou disertační práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé disertační práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li disertační práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Disertační práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací se školitelem disertační práce a ostatními odborníky v oboru.

V Liberci, 29. 1. 2013

Obsah:

1. Úvod.....	10
2. Tržní riziko.....	15
2.1. Finanční rizika a jejich rozčlenění.....	15
2.2. Řízení tržního rizika.....	22
2.3. Odhad velikosti tržního rizika pomocí metody Value at Risk (VaR).....	26
3. Přístupy k odhadu VaR.....	30
3.1. Variance/covariance.....	30
3.2. Historická simulace.....	48
3.3. Monte Carlo simulace.....	51
4. Kapitálové požadavky k tržnímu (a specifickému) riziku.....	58
4.1. Standardisovaný přístup.....	60
4.2. VaR přístup.....	63
4.3. Zpětné testování.....	66
4.4. Stresové testování.....	71
5. Slabá místa VaR modelů.....	75
5.1. Nepodchycení ztrát za vybranou hladinou spolehlivosti.....	76
5.2. Zahrnutí specifického rizika do modelu.....	82
6. Změny ve VaR přístupu.....	87
6.1. Nový způsob stanovení celkového kapitálového požadavku.....	92
6.2. Nové standardy pro odhad specifického rizika.....	94
7. Kritické zhodnocení změn.....	101
7.1. Dopady zavedení stresového VaR.....	101
7.2. Empirický test stresového VaR.....	105
7.3. Dopady změn v přístupu ke specifickému riziku.....	119
8. Alternativní přístupy nahrazující VaR.....	125
8.1. Alternativní přístup u obecného tržního rizika.....	126
8.2. Alternativní přístup u specifického tržního rizika.....	138
9. Závěr.....	143
Seznam literatury.....	148
Příloha č. A.....	152
Příloha č. B.....	159

Seznam tabulek a grafů

Tab. č. 1: Postup řízení tržních rizik	25
Tab. č. 2: Výnosová křivka v EUR, identifikace zdrojových polí, Bloomberg.....	32
Tab. č. 3: Vybrané vrcholy výnosové křivky.....	34
Tab. č. 4: Postup výpočtu Value at Risk.....	47
Tab. č. 5: Postup výpočtu Value at Risk pomocí historické simulace.....	51
Tab. č. 6: Postup výpočtu Value at Risk pomocí Monte Carlo simulace.....	57
Tab. č. 7: Přehled kapitálových požadavků k tržním rizikům.....	60
Tab. č. 8: Akceptovatelný počet překročení.....	69
Tab. č. 9: Deset nejčastěji používaných historických scénářů v bankách.....	73
Tab. č. 10: Výnosová křivka PRIBOR, týden před krizí 97.....	76
Tab. č. 11: Výnosová křivka PRIBOR, první týden krize 97.....	77
Tab. č. 12: Složky specifického rizika.....	82
Tab. č. 13: Ztráty bank z obchodování na finančních trzích.....	90
Tab. č. 14: Porovnání „standardního“ a stresového VaR	93
Tab. č. 15: Nová definice složek specifického rizika.....	95
Tab. č. 16: VaR na základě aktuální časové řady.....	108
Tab. č. 17: VaR na základě stresové časové řady.....	111
Tab. č. 18: Porovnání kapitálových požadavků dle starého a nového přístupu.....	113
Tab. č. 19: Vliv stresového VaR na kapitálové požadavky.....	116
Tab. č. 20: Kapitálové požadavky a kapitálová přiměřenost bank v ČR.....	117
Tab. č. 21: Kapitálové požadavky ke specifickému riziku pro různé horizonty likvidity.....	122
Tab. č. 22: Porovnání dopadů metody založené na stres. testování a na stresovém VaR.....	130
Graf č.1: VaR k obecnému tržnímu riziku.....	78
Graf č. 2: Ztráty bank při finanční krizi dle jednotlivých dle obchodních linií.....	91
Graf. č. 3: Znázornění informačních toků mezi systémy Triarch, KONDOR+ a VAR+.....	107

Seznam zkratek

BIS	Bank for International Settlements
BCBS	Basel Committee on Banking Supervision (Basilejský výbor pro bankovní dohled)
ČNB	Česká národní banka
FRA	Forward Rate Agreement (dohoda o budoucí úrokové míře)
FSA	Financial Services Authority
IRB	Internal Rating based Approach (Přístup založený na interním ratingu)
LIBOR	London Interbank Offered Rate
P/L	Profit/Loss (ztráta či zisk z obchodování)
PRIBOR	Prague Interbank Offered Rate
TF	Tržní faktor
VaR	Value at Risk

1. Úvod

Tato disertační práce se zabývá problematikou využití metody Value at Risk při řízení podstupovaného obecného i specifického tržního rizika při podnikání na finančních trzích. Konkrétně se zaměřuje na způsob aplikace této metody na stanovování výše kapitálových požadavků k tržnímu riziku u bank (případně jiných finančních institucí, které jsou povinny pravidla kapitálové přiměřenosti dodržovat). Metoda Value at Risk má v sobě zabudovány určité předpoklady, které mohou vést k podhodnocení postupovaného tržního rizika v době mimořádných turbulencí na finančních trzích.

Práce si klade za cíl najít alternativní přístup, který by odhadl přesněji velikost podstupovaného tržního rizika a tím i velikost kapitálu potřebnou k pokrytí případných ztrát v době mimořádných turbulencí na finančních trzích.

Podniky jsou v důsledku své podnikatelské činnosti (tj. produkce statků a služeb) často nuceny vstupovat na finanční trh a uzavírat zde transakce. Vstup na finanční trh má celou řadu příčin – od nutnosti řídit peněžní zdroje a provozní financování přes snahu získat finanční zdroje na rozvoj firmy až po zajištění otevřených pozic např. v případě nesouladu mezi příjmy a výdaji v odlišných měnách nebo v odlišných úrokových sazbách. Zejména velké firmy (typicky např. v odvětvích energetiky, telekomunikací, strojírenství, ale třeba také mezinárodní hotelové řetězce) pak na finančních trzích vystupují nejen jako koncový uživatel, ale i jako relativně významný prostředník finančních operací.

Při transakcích uzavíraných na finančních trzích však jejich účastníci podstupují finanční rizika. Pokud podnik nechce skončit ve ztrátě, je nutné vědět, jakému riziku je vystaven a jak je podstupované riziko velké. Jinými slovy by měl riziko identifikovat, změřit a nadále monitorovat jeho velikost, tj. měl by ho řídit.

Řízení rizika však vyžaduje mimo jiné použití vhodných postupů a nástrojů. Vzhledem ke skutečnosti, že pro firmy podnikající v reálné ekonomice nepředstavuje uzavírání transakcí na finančních trzích typicky primární část jejich podnikání, nevyvíjejí zmíněné podniky většinou vlastní postupy a metody řízení rizik. Naopak silně tendují k přebírání postupů a metod řízení finančních rizik od těch subjektů, které se naopak na podnikání na finančních trzích specializují, finanční rizika podstupují v plném rozsahu a použití vhodných nástrojů pro řízení rizik představuje klíčovou otázku jejich přežití. Při zkoumání metod řízení finančních

rizik je tedy vhodné zaměřit se právě na subjekty podnikající převážně na finančních trzích, neboť vývoj těchto metod se soustřeďuje převážně v nich.¹

Mezi nejvýznamnější účastníky transakcí na finančních trzích patří především banky, případně další finanční instituce (např. obchodníci s cennými papíry). Jedná se vlastně o podniky, které se specializovaly na poskytování služeb právě při podnikání na finančních trzích. Pokud tyto banky a další finanční instituce chtějí na finančních trzích podnikat soustavně a být přitom ziskové, musí určitou míru rizika podstoupit a akceptovat.

Nicméně vzhledem k faktu, že podstupované riziko se může v případě negativního vývoje přeměnit do ztráty, je nutné jeho velikost odhadnout a udržet v takové výši, aby případná ztráta z podstupených rizik vzniklá neohrozila u banky schopnost dostat včas a plně svým závazkům a nezpůsobila tak její zánik. Velikost podstupovaného rizika by neměla převýšit vlastní kapitál banky, jinými slovy dopady případné ztráty by měly nést vlastníci, nikoli věřitelé.

Výše uvedený princip se nazývá kapitálová přiměřenost. Jednotlivá rizika jsou kvantifikována, je u nich vyhodnocena možná ztráta, přičemž velikost této ztráty je nazývána kapitálovým požadavkem. Souhrn kapitálových požadavků se pak musí rovnat nebo být menší než vlastní kapitál. Banky (a v evropském prostředí i obchodníci s cennými papíry, úvěrová družstva a do určité míry i pojišťovny) mají povinnost dodržovat kapitálovou přiměřenost stanovenou legislativně.

Pravidla kapitálové přiměřenosti a metody, kterými je umožněno kapitálové požadavky stanovovat, jsou dány mezinárodně akceptovanými standardy, které vydává Basilejský výbor pro bankovní dohled a národní regulátoři je poté přejímají.

Vedle rizika kreditního, operačního a likviditního rizika je pro instituce pohybující se na finančních trzích klíčové zejména riziko tržní neboli riziko možné ztráty v důsledku změn cen nástrojů na finančních trzích.

Jednou z nejrozšířenějších metod, kterou je možné pro odhad velikosti tržního rizika používat, je metoda nazývaná Value at Risk, zkráceně VaR (český ekvivalent „hodnota v riziku“ se příliš nevžil). Jedná se vlastně o přístup založený na matematicko-statistickém odhadu podstupovaného tržního rizika, který bere do úvahy jak změny ve struktuře portfolia, tak i změny ve výkyvech tržních cen a sazeb.

¹ Subjekty podnikající převážně na finančním trhu jsou navíc většinou předmětem regulace. Pokud regulační orgán změní požadavky na řízení rizik, regulované subjekty se změně požadavků musí přizpůsobit, což má za následek změnu ceny a přístupnosti finančních nástrojů pro podniky v reálné ekonomice.

Hodnota VaR je vlastně nejvyšší možná potenciální ztráta v určeném časovém horizontu, kterou banka může utrpět v důsledku změn vybraných cen na finančních trzích s určenou pravděpodobností. Pro její výpočet existují tři odlišné základní postupy (variance/covariance, historická simulace, Monte Carlo simulace), přičemž velikost hodnoty VaR závisí i na výběru dalších parametrů (počet a typ změn rizikových faktorů, vybraná délka časových řad, vážení či nevážení jednotlivých pozorování v časové řadě atd.).

Význam a rozšíření přístupu VaR při měření tržního rizika byl významně umocněn skutečností, že od roku 1996 bylo Basilejským výborem pro bankovní dohled a následně národními regulátory umožněno využívat tento přístup také pro výpočet kapitálových požadavků k tržnímu riziku.

Modely je pro stanovování kapitálových požadavků možné používat pouze za předpokladu, že regulátor k tomu udělil souhlas. Ten je podmíněn splněním řady kvalitativních i kvantitativních požadavků, včetně požadavků na ověření VaR modelu pomocí zpětného testování. Splnění těchto požadavků má zajistit, aby výstupy z VaR modelu měly dostatečnou predikční sílu a nepodhodnocovaly skutečně podstupované riziko.

Je však VaR přístup vhodnou metodou pro stanovování kapitálových požadavků? Metoda VaR má v sobě zabudovány určité předpoklady, díky kterým není schopna plně podchytit podstupované tržní riziko, a to zejména v době turbulencí na finančních trzích. Přestože tedy výše zmíněné regulační požadavky budou splněny, podstupované tržní riziko může být významně podhodnoceno, případně nebude podchyceno. Pokud tomu tak je, lze tyto předpoklady nějakým způsobem odstranit, nebo případně je možné zmírnit jejich dopad na vykázanou velikost podstupovaného tržního rizika?

Basilejský výbor pro bankovní dohled nepopíral, že předpoklady a východiska, z kterých VaR metoda vychází, mohou za určitých okolností „podstřelit“ postupované riziko. Argumentoval však, že případné podhodnocení podstupovaného rizika je ve výsledném kapitálovém požadavku kompenzováno systémem korekčních faktorů a rizikových přírážek, který zabrání tomu, aby kapitálový požadavek byl nedostatečný.

Ke změně stanoviska došlo v důsledku finanční krize z let 2007-2008. Dopad této krize na banky byl systémově významný, přičemž utrpěné ztráty byly do velké míry zapříčiněny podhodnocením či nezachycením postupovaného tržního rizika v používaných VaR modelech (zejména u velkých, mezinárodně aktivních bank).

Následkem toho Basilejský výbor pro bankovní dohled přistoupil (v roce 2009) k částečným změnám ve způsobu, jakým se stanovují kapitálové požadavky k tržnímu riziku pomocí VaR metody. Změny se týkají dvou hlavních oblastí. První oblastí je způsob

stanovení celkového kapitálového požadavku, který by měl být natolik robustní, aby absorboval i ztráty v období stresové situace na finančním trhu. Druhou oblastí změn je pak vytvoření nových standardů pro odhad specifického rizika.

Klíčovou otázkou však nadále zůstává, zdali modely VaR budou po navržených změnách přesněji měřit tržní riziko podstupované v době významných turbulencí na finančním trhu a zdali budou kapitálové požadavky k tržnímu riziku stanovené metodou VaR v dostatečném rozsahu pokrývat případné ztráty vzniklé z těchto turbulencí².

Autor se v práci snaží dokázat, že tomu tak není, neboť nově navrhovaný přístup Basilejského výboru pro bankovní dohled předpokládá, díky kterým metoda VaR není schopna plně podchytit podstupované tržní riziko, neodstraňuje.

Disertační práce vychází z níže uvedené pracovní hypotézy:

„Změny, které ve výpočtu kapitálových požadavků pomocí VaR metody navrhuje Basilejský výbor pro bankovní dohled, povedou zejména k navyšování potřeby kapitálu, aniž by ale existovala dostatečná závislost mezi touto potřebou a reálně podstupovaným tržním rizikem.“

Pokud se výše zmíněná hypotéza potvrdí, lze dojít k závěru, že kapitálové požadavky k tržnímu riziku stanovené pomocí VaR metody nemusí být dostatečně vysoké pro pokrytí ztráty vzniklé v případě mimořádných turbulencí na finančních trzích.

Práce si pak klade za cíl najít alternativní přístup, který by odhadl přesněji velikost podstupovaného tržního rizika a tím i velikost kapitálu potřebnou k pokrytí případných ztrát v době mimořádných turbulencí na finančních trzích.

Struktura disertační práce pak vychází ze stanoveného cíle a hypotézy a má níže uvedenou podobu:

První část práce má deskripčně analytický Po úvodní charakteristice podstaty tržního rizika, jeho členění a zařazení do systému finančních rizik se práce v navazující části věnuje rozboru řízení tržních rizik a především úloze, kterou v tomto procesu hraje metoda Value at Risk.

Tato metoda je zde v relativně velké míře detailu rozebírána, a to takovým způsobem, aby byla zřejmá logika metody, jednotlivé stavební bloky, používané postupy včetně jejich formálního zachycení. VaR přístup je analyzován nejen z hlediska parametrů, jejichž výběr determinuje velikost výsledného VaR, ale a to zejména, z hlediska základních odlišných přístupů k jeho stanovení (variance/covariance, historická simulace, Monte Carlo simulace).

² Pokud je autorovi známo, tato otázka zatím v dostupné domácí ani zahraniční akademické literatuře nebyla řešena.

Podrobný rozbor metody VaR je nutný pro zjištění a pochopení jejích slabých míst a nedostatků.

Poté se text zaměřuje na metody stanovování kapitálových požadavků k tržnímu riziku, zejména pak na regulatorní kvalitativní a kvantitativní požadavky na VaR model (včetně zpětného a stresového testování), které musí být splněny, aby bylo model pro tyto účely možno používat.

V následující pasáži práce rozebírá hlavní faktory způsobující podhodnocení či nepodchycení části podstupovaného tržního rizika metodou VaR včetně jejich původní kompenzace v kapitálovém požadavku.

Klíčovou částí práce jsou pasáže týkající se vyhodnocení dopadů navržených změn. Tyto změny, tj. zavedení stresového VaR a nové standardy pro specifické riziko, jsou zde zkoumány odděleně. V obou dvou případech je však postup analogický, tj. nejprve jsou navržené změny zkoumány pomocí obecně teoretických metod, zejména indukce a dedukce, následně je jejich dopad kvantifikován empiricky, jednak na základě zahraničních empirických výzkumů, jednak na základě simulace na reálném portfoliu banky v ČR. Na základě vyhodnocení dopadů navržených změn je uzavřena odpověď na přijatou hypotézu.

Konečně závěrečná finální část práce na základě syntézy předchozích poznatků a také na základě analogie s postupy uplatněnými u jiných rizik (např. úrokového rizika bankovního portfolia) navrhuje možné alternativní přístupy, které by byly schopny nahradit při stanovování kapitálových požadavků k tržnímu riziku metodu VaR. Především se jedná o stresové testování, které by určité úpravě požadavků na něj kladených mohlo být pro tento účel vhodnou metodou.

2. Tržní riziko

2.1. Finanční rizika a jejich rozčlenění

Banky a ostatní instituce podnikající na finančních trzích jsou vystaveny finančním rizikům. Riziko je chápáno jako potenciální negativní dopad nejisté události, tj. události, která nenastane se stoprocentní jistotou³. V oblasti řízení finančních rizik je pak často za riziko považován pouze takový dopad, který by mohl vyústit ve finanční ztrátu. Tento přístup je široce akceptován jak v akademické sféře, z novějších prací např. v Rachev, Stoyanov, Fabozzi⁴, tak ze strany regulatorních institucí, např. ve Vyhlášce 123/07 ČNB⁵. Pokud chtějí banky pokračovat v podnikání na finančních trzích a dosahovat zisku, je nutné určitou míru finančního rizika podstoupit a akceptovat. Finanční riziko není vhodné a v zásadě ani možné eliminovat na nulu⁶.

Na druhé straně každé podstupované riziko vlastně představuje potenciální ztrátu. Jak uvádějí např. Greuning a Bratanovic⁷, instituce obchodující na finančních trzích musí tato rizika řídit tak, aby případná ztráta z těchto rizik vzniklá neohrozila jejich schopnost dostat včas a plně svým závazkům a nezpůsobila tak jejich zánik. V případě pádu systémově významných hráčů na finančních trzích dochází k ohrožení velkého počtu vkladatelů, k destabilizaci finančního trhu, což má často negativní dopad i na vývoj reálné ekonomiky (to je mimochodem jedním z hlavních důvodů, proč je podnikání na finančním trhu včetně většiny institucí na něm se pohybujících regulováno).

Banky a ostatní instituce pohybující se na finančním trhu by tedy měly (a ve většině případů, vzhledem ke skutečnosti, že jsou regulovány, je jim tato povinnost uložena legislativně) řídit⁸ podstupovaná rizika. Jak již bylo řečeno, cílem řízení rizik není jeho úplná eliminace, ale udržení rizika na úrovni, kterou si instituce stanovila (případně na úrovni,

³ Toto pojetí rizika je možné nalézt v literatuře již na začátku 20. let 20. století, např. u Knight, Frank H.: Risk, uncertainty and profit, New York, Cosimo, 2005, 381 p., ISBN 1-59605-242-2

⁴ Rachev S. T., S. V. Stoyanov, F. J. Fabozzi: Advanced stochastic models, risk assessment, and portfolio optimization: the ideal risk, uncertainty, and performance measures, Hoboken, Wiley & Sons, 2008, 382 p., ISBN 978-0-470-05316-4

⁵ Vyhláška 123/2007 o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry, Sbírka zákonů ČR, 2007

⁶ V extrémním případě, pokud by banka nechtěla podstupovat např. kreditní riziko, tak by nemohla poskytovat jakýkoli úvěr. Každá protistrana, se kterou by úvěrový obchod uzavřela, má totiž nenulovou pravděpodobnost selhání a u poskytnutého úvěru tak vždy bude existovat možnost, že nebude včas a v plné výši splacen.

⁷ Greuning H. van, S. B. Bratanovic: Analyzing and managing banking risk: a framework for assessing corporate governance and financial risk management, 2nd ed., Washington (DC), IBRD/The World Bank, 2003, 367 p., ISBN: 0-8213-5418-3

⁸ Za řízení rizik je v tomto materiálu v souladu s např. Generally Accepted Risk Principles Middleton (Peter (editor): Generally Accepted Risk Principles, Coopers and Lybrand, 1996, 227 p., ISBN 0-86349-190-1) či doporučeními Basilejského výboru pro bankovní dohled považována identifikace rizika, jeho měření, sledování a případné přijímání opatření k jeho snížení

kteřou stanovil regulátor). Akceptovaná úroveň podstupovaného rizika (často nazývaná rizikový apetit) se může vztahovat buďto k dosahovanému zisku, nebo k úrovni vlastního kapitálu. Druhá možnost u institucí podnikajících na finančním trhu v současnosti převažuje. Důvodem je mimo jiné skutečnost, že poměrování podstupovaného rizika s úrovní vlastního kapitálu je vlastně totožné s principem kapitálové přiměřenosti. Princip kapitálové přiměřenosti spočívá v následujícím. Jednotlivá rizika jsou kvantifikována a je u nich vyhodnocena možná ztráta. Velikost této ztráty je kapitálovým požadavkem. Souhrn kapitálových požadavků se pak musí rovnat nebo být menší než vlastní kapitál banky. Jinými slovy případnou ztrátu by měla nést samotná banka, respektive její vlastníci (stejně jako si rozdělí případný zisk), nikoli věřitelé.

Definice vlastního kapitálu⁹ (v evropské terminologii vlastních zdrojů¹⁰) banky je poměrně složitou a diskutabilní záležitostí. Zjednodušeně lze konstatovat, že za vlastní kapitál jsou považovány splacené kmenové akcie (včetně emisního ážia), nerozdělený zisk, splacené hybridní nástroje (tj. nástroje, které se v případě problémů banky přemění z dluhopisů na akcie, případně jsou postupně amortizovány) a podřízené dluhopisy se splatností více než 5 let. Jakým typům finančních rizik jsou banky vlastně vystaveny? Terminologie a definice jednotlivých typů rizik není v odborné literatuře ani v praxi¹¹ zcela ujednocená, nicméně nejrozšířenějším členěním je v současnosti typologie finančních rizik zpracovaná Basilejským výborem pro bankovní dohled¹². Tomuto výboru se podařilo pro účely regulace systemizovat

⁹ Přesná specifikace viz Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004, 251 p., ISBN 92 - 9131-669-5

¹⁰ Bližší viz směrnice European Parliament and of the Council: Directive 2006/48/EC relating to the taking up and pursuit of the business of credit institution, Official Journal of the European Union, 2006

¹¹ Pro zajímavost, značně odlišnou systematizaci tržních rizik uvádí např. Goldman Sachs, Swiss Bank Corporation: The Practice of Risk Management, London, Euromoney Publication PLC, 1998, p. 265, ISBN 1-85564-627-7. Tržní rizika jsou zde rozdělena na hlavní a dodatečné. Hlavní riziko je pak definováno pomocí matice 3*4, kdy na jedné straně jsou typy nástrojů (spotové, forwardové a opční) a na druhé straně rizikové kategorie (úrokové, měnové, komoditní a akciové). Pro každé pole matice jsou pak uváděny rizika ovlivňující jeho případnou změnu hodnoty. Např. akciový forward nese dividendové riziko (dividend risk) a riziko změny reposazby (repo-rate risk).

¹² Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) je výbor zřízený při Bankě pro mezinárodní platby (Bank for International Settlements zkráceně BIS). Tato banka vznikla v roce 1930 a jedná se tak pravděpodobně o nejstarší stále funkční mezinárodní organizaci. BIS je vlastně akciovou společností, jejímiž akcionáři se mohou stát centrální banky či monetární autority jednotlivých států. V současné době jsou jejími členy centrální banky 55 států (a navíc Evropská centrální banka) včetně ČR.

Od 80-tých let se značná část činnosti BIS začala zaměřovat na problematiku obezřetného podnikání bank a efektivního bankovního dohledu. Důvodem byla zejména skutečnost, že v souvislosti s deregulací mezinárodních finančních toků začal narůstat počet mezinárodně aktivních bank. Domovské aktivity těchto bank byly sice národním regulátorem kontrolovány, to však plně neplatilo o aktivitách mezinárodních. To vedlo k významným problémům (z nejznámějších např. selhání Franklin National Bank nebo Bankhaus Herstatt). Proto se bylo rozhodnuto v rámci BIS založit speciální výbor, který by se zaměřil na problematiku obezřetného

rizika tak, že se v zásadě nepřekrývají a lze s nimi smysluplně a relativně intuitivně dále pracovat. Členění finančních rizik použité v této práci pak vychází ze systematizace používané výše zmíněným výborem. Je však vhodné podotknout, že protože systém členění finančních rizik (a v některých případech ani jejich definice) není v materiálech Basilejského výboru explicitně a samostatně popsán v jednom dokumentu, byl níže uvedený přehled členění rizik dopracován autorem¹³.

Finanční rizika jsou členěna do čtyř základních kategorií na základě typu a chování podložených rizikových faktorů. Mezi tyto základní kategorie¹⁴ patří:

- riziko kreditní,
- riziko operační,
- riziko likviditní,
- a riziko tržní.

Hranice mezi jednotlivými rizikovými kategoriemi však není ostrá a v mnoha případech je diskutabilní. Typickým případem mohou být ztráty vzniklé změnou tržní hodnoty obchodovaného nástroje (např. cenného papíru), které jsou však zapříčiněné změnou bonity emitenta obchodovaného nástroje (tj. v zásadě kreditním faktorem)¹⁵. Druhým, v literatuře¹⁶ často uváděným případem jsou události zapříčiněné faktory operačního rizika, např. nedostatečnou kontrolou, které vedou ke kreditním nebo tržním ztrátám.

Za kreditní (či úvěrové) riziko je považováno riziko ztráty vyplývající ze selhání protistrany tím, že nedostojí svým závazkům podle zákonných nebo smluvních podmínek. Kreditní riziko je často zužováno na pouhé riziko protistrany, tj. na možnost, že banka utrpí ztrátu v důsledku toho, že má kreditní expozici¹⁷ vůči protistraně a tato protistrana kdykoliv

podnikání mezinárodně aktivních bank a efektivního přeshraničního dohledu těchto bank - Basel Committee on Banking Supervision.

BCBS vydává standardy a doporučení. Doporučení jsou nezávazná, u standardů se očekává, že je členské státy zapracují do svého právního rámce či regulatorní praxe (i když BCBS nemá právní nástroje na vynucení takového závazku). Asi nejznámějším a možná i nejvýznamnějším (i když rozhodně ne jediným) výstupem jsou mezinárodní standardy pro stanovení kapitálové přiměřenosti.

¹³ Zeman D.: Kapitálová přiměřenost, příspěvek ve sborníku "10th Annual Doctoral Conference of the Faculty of Finance and Accounting, University of Economics", str. 149-163 Praha 2009, ISBN 978-80-245-1522-9

¹⁴ Tento základní způsob dělení se na finančních trzích ustálil již v 90-tých letech, viz např. . Middleton Peter (editor): Generally Accepted Risk Principles, Coopers and Lybrand, 1996, 227 p., ISBN 0-86349-190-1

¹⁵ Problematice tržních nástrojů, jejichž podstatou je obchodování s kreditním rizikem, se věnuje např. Schonbucher Phillip: Credit derivatives pricing models, Chichester, John Wiley & Sons, 2003, 369 p., ISBN: 0-470-84291-1

¹⁶ Např. Kevin Dowd: An introduction to market risk measurement, Chichester, Wiley & Sons, 2002, 284 p., ISBN 0-470-84748-4

¹⁷ V případě rozvahových expozic je velikost expozice určena nesplacenou částí jistiny a příslušenství. V případě derivátů je velikost expozice určena náklady na uzavření náhradní transakce v případě selhání protistrany (replacement cost risk). V případě kolateralizovaných transakcí (např. repooperace) je velikost expozice určena rozdílem mezi tržní hodnotou pohledávky a tržní hodnotou poskytnutého kolaterálu.

během trvání transakce nebude schopna či ochotna plně dostát svým závazkům (případně trh se domnívá, že nebude schopna dostát svým závazkům). Je pravdou, že se jedná o základní a pravděpodobně nejvýznamnější složku kreditního rizika, nikoli však složku jedinou.

Významnou složkou kreditního rizika je např. vypořádací riziko. Jedná se možnost, že banka odešle protistraně prodané aktivum či hotovost, ale neobdrží nakoupené aktivum či hotovost. Toto riziko narůstá zejména v případě, kdy transakce nejsou prováděny systémem platba proti dodávce (Delivery Versus Payment, DVP), což v současné době, jak uvádí např. B. Steiner¹⁸, platí zejména o měnových transakcích.

Kreditní riziko narůstá i v případech, kdy expozice je zajištěna zárukou či kolaterálem a přitom existuje možnost, že hodnota tohoto zajištění se sníží, ať již v důsledku změny jeho tržní hodnoty nebo selhání emitenta či výstavce tohoto kolaterálu. Snížením hodnoty kolaterálu by pak vznikla bance nekrytá kreditní expozice (často se mluví o tzv. riziku zajištění).

Kreditní riziko zvyšuje i příliš velká koncentrace¹⁹ kreditních expozic vůči jednotlivým protistranám, vůči skupině propojených protistran, případně vůči odvětvím s podobným ekonomickým cyklem (dané riziko se v českém kontextu často nazývá riziko úvěrové angažovanosti). Portfolio není diverzifikované, potenciální ztráta expozice je relativně velká vůči kapitálu banky a případné selhání protistrany pak může mít za následek ztrátu značné části kapitálu banky, což může zapříčinit i případný bankrot banky.

V neposlední řadě je nutné do kreditního rizika zařadit i tzv. riziko země. Jedná se o možnost ztráty vyplývající z faktu, že zahraniční protistrana není schopna dostát svým závazkům nikoliv v důsledku vlastního selhání, ale v důsledku selhání vyplývajícího z makroekonomických příčin či politických rozhodnutí v dané zemi.

Operační riziko je definováno jako riziko ztráty vyplývající z nedostatků či selhání interních postupů, lidí a systémů či z externích událostí. Operační riziko pokrývá mimo jiné i potenciální ztráty způsobené právními problémy či vyplývající ze selhání informačních systémů či technologií.

Likviditním rizikem se rozumí riziko, že banka ztratí schopnost dostát svým finančním závazkům v době, kdy se stanou splatnými nebo nebude schopna financovat svá aktiva. Pro přesnost je třeba upozornit, že likviditní riziko se definičně odlišuje od ostatních. Ta jsou definována jako potenciální ztráta, u likviditního rizika však není základním problémem

¹⁸ Steiner B.: Foreign exchange and money markets: theory, practice and risk management, Oxford, Butterworth-Heinemann, 2002, 330 p., ISBN: 0-7506-5025-7

¹⁹ V některých případech se o riziku koncentrace mluví v souvislosti s koncentrací jiných rizikových faktorů (např. korelace mezi expozicí a zajištěním, korelace mezi tržním a úvěrovým rizikem atd.).

případná ztráta, ale platební neschopnost²⁰. Ztráta se s tímto rizikem také pojí (např. nutnost odprodávat aktiva za nižší než tržní cenu, výrazně vyšší úrok za zapůjčení fondů), nicméně základním požadavkem je obnovení platební schopnosti. Pokud se nepodaří platební schopnost rychle obnovit, znamená to zánik banky.

A konečně poslední rizikovou kategorií je *tržní riziko*. Tržní riziko je chápáno jako riziko ztráty vyplývající ze změn cen (kursů, sazeb) na finančních trzích. Jedná se o souhrnný pojem pro úrokové, měnové, akciové riziko a jiná rizika spojená s pohybem tržních cen²¹.

Vzhledem k cíli práce je nutné zaměřit se na tržní riziko (a také jeho provázanost na riziko kreditní) ve větší míře detailu. Tržní riziko je totiž možné dále členit (a také se dle Basilejského výboru členit) na základě tří vzájemně odlišných hledisek. Zaprvé podle typu podložených rizikových faktorů, za druhé podle funkční závislosti potenciální ztráty na pohybu rizikových faktorů anebo za třetí podle příčiny pohybu cen (obecné versus specifické riziko).

Pokud bude aplikováno první hledisko, tj. rozčlenění na základě podložených rizikových faktorů, tržní riziko se dělí na riziko:

- úrokové,
- měnové,
- akciové
- a komoditní.

Jak vyplývá již z názvu, v případě úrokového rizika²² je případná ztráta zaviněna změnou úrokových měr. Za hlavní zdroje úrokového rizika se považují časový nesoulad splatnosti či data přecenění aktiv a pasiv (riziko přecenění), změna ve tvaru či sklonu výnosové křivky (riziko výnosové křivky) a možnost odlišného pohybu výnosových křivek u různých kategorií finančních instrumentů (bázické riziko).

U měnového rizika je potenciální ztráta zapříčiněna negativní změnou měnových kursů (samozřejmě za předpokladu, že banka má v dané měně otevřenou pozici).

²⁰ Proto také na likviditní riziko není tvořen kapitálový požadavek, blíže k odlišnostem likviditního rizika od ostatních rizik např. Middleton Peter (editor): *Generally Accepted Risk Principles*, Coopers and Lybrand, 1996, 227 p., ISBN 0-86349-190-1

²¹ Takto je tržní riziko definováno např. ve Vyhlášce 123/2007 o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry, Sbírka zákonů ČR, 2007. Materiály BCBS trochu paradoxně explicitní definici tržního rizika nemají.

²² Úrokové riziko se řídí odlišně v obchodním a bankovním portfoliu. Příčinou je skutečnost, že zdroje rizika jsou v obou portfoliích stejné, nicméně odlišná je podstata a chování nástrojů řazených do těchto portfolií. Blíže viz Basel Committee on Banking Supervision: *Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk*, Basel, Bank for International Settlements, Basel 2004, 44 p., ISBN 92-9131-670-9.

V případě akciového rizika je případná ztráta následkem změn cen akcií (či akciových indexů) a v posledním případě je ztráta zapříčiněna změnou cen komodit²³.

Pokud bude použito druhé hledisko, tj. dělení dle závislosti potenciální ztráty na pohybu rizikových faktorů, tržní riziko lze rozdělit na lineární a nelineární. Lineární riziko (či lineární rizikový profil) znamená, že velikost potenciální ztráty v závislosti na nepříznivém pohybu rizikových faktorů narůstá lineárně (např. úrokové futures) nebo přibližně lineárně (např. dluhopisy). Naopak v případě nelineárního rizika (nelineární rizikový profil, opční riziko) velikost potenciální ztráty v závislosti na nepříznivém pohybu rizikových faktorů narůstá nelineárně. Jedná se o typickou vlastnost opcí a jim podobných nástrojů, jak uvádí například John C. Hull²⁴.

Poslední rozdělení vychází z příčin pohybů cen. Rozděluje tak tržní riziko na obecné a specifické. Zde se právě prolíná riziko tržní s rizikem kreditním.

Obecné riziko je riziko nepříznivého pohybu cen nástrojů souvisejícího s hodnocením ekonomického prostředí účastníky trhu. Jedná se tedy o změnu tržní hodnoty nástrojů v důsledku volatility tržních sazeb.

Oproti tomu specifické riziko je naopak riziko nepříznivého pohybu cen nástrojů souvisejícího s hodnocením emitenta nebo dlužníka účastníky trhu. Jedná se sice o změnu tržní hodnoty obchodovaných nástrojů (především cenných papírů), nikoli ale v důsledku volatility tržních sazeb, nýbrž v důsledku změny úvěrové kvality emitenta (respektive jejího vnímání účastníky trhu). Jedná se tedy o riziko, které je na pomezí tržního a kreditního. Toto riziko mají především cenné papíry, případně deriváty na tyto papíry. Respektive přesněji specifické riziko se pojí s těmi nástroji, jejichž tržní cena je citlivá na vnímanou úvěrovou kvalitu emitenta nástroje a mění se změnou vnímané úvěrové kvality²⁵. Jiné nástroje specifické riziko na standardních trzích (za který je možné považovat i finanční trh v ČR) v zásadě nemají (repooperace, FRA, měnové forwardy atd.).

Specifické riziko se pak dále dělí na tři složky, a to:

- idiosynkratické riziko,
- riziko události

²³ Komoditní riziko se v českém finančním systému v současnosti objevuje v minimálním rozsahu.

²⁴ Blíže viz např. Hull John C.: Options, futures, and other derivatives, 7th ed., Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, 2009, 822 p., ISBN 978-0-13-601586-4

²⁵ Z tohoto úhlu pohledu se specifické riziko obtížně odděluje od rizika protistrany (např. u derivátů), zejména pokud je předpokládána citlivost ceny nástrojů s rizikem protistrany na přechod v rámci ratingových stupňů. Někteří autoři pro obě dvě kategorie používají stejné kvantitativní nástroje. Viz např. McNeil A. J., R. Frey, P. Embrechts: Quantitative risk management: concepts, techniques and tools, Princeton, Princeton University Press, 2005, 538 p., ISBN 0-691-12255-5

- a riziko selhání.

Za idiosynkratické riziko je považováno riziko, že pohyb ceny konkrétního nástroje nebude v souladu s pohybem trhu, ale bude se od něj odlišovat, přestože pro to není žádný fundamentální, vysvětlitelný důvod.

V případě rizika události (event risk) je případná ztráta zapříčiněna tím, že dojde k události (publikování hospodářských výsledků, změna managementu atd.), která bude mít neočekávaný významný dopad na tržní hodnotu nástroje.

Riziko selhání (default risk) pak značí možnost, že emitent nedodrží (či trh očekává, že nedodrží) z různých důvodů své závazky. Tato složka specifického rizika vlastně u cenných papírů nahrazuje kreditní riziko.

Je vhodné připomenout, že specifické riziko umožňuje zachytit u příslušného nástroje celou změnu jeho tržní ceny – od běžných drobných výkyvů oproti tržnímu trendu až po dopad případného selhání protistrany. Změna tržní ceny by se pak měla v zásadě na denní bázi promítnout do ztrát (či zisků) banky či finanční instituce a tím pádem i do velikosti vlastního kapitálu.

Oproti tomu klasické kreditní riziko (např. dle Generally Accepted Risk Principles²⁶) v zásadě počítá pouze s pravděpodobností selhání, ostatní faktory specifické pro emitenta a mající případný dopad do ceny nástrojů nezohledňuje. Tento nedostatek je často nahrazován doplňujícím konceptem tvorby opravných položek k neobchodovaným nástrojům. Skutečností však je, že způsob tvorby opravných položek, jejich velikost a způsob zohlednění v kapitálu banky v zásadě není globálně harmonizován, je ponechán na národní úrovni a praxe se liší stát od státu.

²⁶ Middleton Peter (editor): Generally Accepted Risk Principles, Coopers and Lybrand, 1996, 227 p., ISBN 0-86349-190-1

2.2. Řízení tržního rizika

Jak již bylo poznamenáno, banky a jiné finanční instituce určité tržní riziko v rámci zachování a rozvoje svého podnikání jsou nuceny podstoupit. Cílem řízení rizik (jak uvádí např. J. Hull²⁷) je pak udržení velikosti podstupovaného rizika v předem daných přijatelných mantinelech.

Jinými slovy řízení tržního rizika spočívá v tom, že je odhadnuta velikost podstupovaného rizika, tento odhad je porovnám s přijatými limity a v případě, kdy limity jsou překročeny (či hrozí jejich překročení), je nutné přijmout opatření vedoucí ke snížení podstupovaného tržního rizika²⁸.

Odhad velikosti podstupovaného rizika a porovnání této velikosti s přijatými limity typicky provádí útvar řízení rizik. Tento útvar je organizačně oddělen a je nezávislý na obchodních útvarech (dealing), tj. na útvarech, které riziko přijímají²⁹. Důvodem je zabránění konfliktu zájmů.

Naopak rozhodnutí o opatřeních k nápravě a k snížení podstupovaného rizika většinou neprovádějí útvary řízení rizik, neboť tyto útvary nemají ve většině případů exekutivní pravomoci. Útvary řízení rizik informují vrcholové vedení (případně poradní výbor tohoto vedení) a vrcholové vedení rozhodne o přijetí opatření k nápravě. Exekucí tohoto opatření jsou pak pověřeny obchodní útvary.

V případě tržního rizika je prvním krokem při jeho řízení identifikace tohoto rizika. Identifikací je myšlen výběr parametrů, jejichž změna může zapříčinit negativní změnu hodnoty portfolia. Zde je třeba se na chvíli zastavit. Je vhodné rozlišovat mezi rizikovým faktorem (risk factor) a rizikovým umocňovatelem (risk driver)³⁰.

Rizikový faktor působí na změnu hodnoty portfolia přímo – pokud dojde ke změně velikosti rizikového faktoru, dojde ke změně hodnoty portfolia³¹. Za rizikový faktor je tedy možné považovat ceny a sazby na finančních trzích.

²⁷ Hull John C.: Risk management and financial institutions, Upper Saddle River, Pearson Education, 2007, 500 p., ISBN 0-13-613427-0

²⁸ Jedná se o obecně akceptovaný přístup, viz např. Middleton Peter (editor): Generally Accepted Risk Principles, Coopers and Lybrand, 1996, 227 p., ISBN 0-86349-190-1

²⁹ V České republice ČNB vyžaduje, aby útvary řízení rizik byly v kompetenci jiného člena nejvyššího vedení banky než obchodní útvary (viz Vyhláška 123/2007 o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry, Sbírka zákonů ČR, 2007).

³⁰ Pro detailnější pochopení rozdílů mezi rizikovým faktorem a umocňovatelem viz např. Jorion Phillipe: Value at risk: the new benchmark for controlling market risk, 1997, Chicago, Irwin, 332 p, ISBN 0-7863-0848-6 nebo nověji Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8

³¹ Pokud např. česká banka bude muset uhradit závazek 1 mil EUR a kurs koruny vůči euru (tj. rizikový faktor) se změní se změní z 25 CZK/EUR na 26 CZK/EUR, hodnota závazku vzroste na 26 mil korun.

Oproti tomu rizikový umocňovatel³² působí na změnu hodnoty portfolia nepřímo, přes případnou změnu rizikového faktoru. Typickým příkladem rizikového umocňovatele je např. korelace mezi jednotlivými rizikovými faktory – pokud bude vysoká korelace mezi změnou kursu koruny vůči euru a koruny vůči americkému dolaru a banka bude mít otevřenou pozici v obou měnách, je pravděpodobné, že negativní změna kursu vůči euru bude doprovázena i negativní změnou kursu vůči dolaru. Nicméně nejprve se musí změnit hodnota rizikového faktoru, jinak nedojde ke změně hodnoty portfolia.

Následně je třeba zjistit, jak velká část portfolia je vystavena změně hodnoty příslušného rizikového faktoru, neboli jak velká je riziková expozice.

Nutnou podmínkou (která je však v praxi mnohdy podceňována) je včasné a kompletní zachycení všech prováděných transakcí v informačních systémech, přičemž příslušné informace musí být k dispozici nejen obchodním útvarům, ale i útvarům řízení rizik. Pokud tomu tak není, odhadované riziko je nutně podhodnocováno. Nezachycení části transakcí vede k významným ztrátám (ze zahraničí např. učebnicový případ Barings³³, v ČR ztráta ČSOB při obchodování s americkými dluhopisy).

Obecně lze říci, že tržnímu riziku se banka vystavuje pouze v těch nástrojích, ve kterých má tzv. otevřenou pozici. Otevřená pozice pak není nic jiného než rozdíl mezi pohledávkami v daném nástroji (dlouhá pozice) a závazky v daném nástroji (krátká pozice). Uzavřená pozice není tržnímu riziku vystavena, neboť ztráta z dlouhé pozice je v plném rozsahu kompenzována ziskem z krátké pozice a obráceně.

Na finančním trhu se však obchoduje (nebo je možné vytvořit a obchodovat) téměř neomezené množství finančních nástrojů s výrazně odlišnými charakteristikami – od jednoduchých nástrojů jako jsou např. forwardy či swapy až po relativně sofistikované struktury, jako jsou například úvěrové dluhopisy n-tého selhání (n-to-default credit-linked notes)³⁴. Pro účely řízení tržních rizik by bylo značně náročné a nepraktické stanovovat otevřené pozice u každého specifického nástroje a následně hledat rizikové faktory ovlivňující

³² Některé starší publikace příliš nerozlišují mezi rizikovým faktorem a umocňovatelem, např. Goldman Sachs, Swiss Bank Corporation: *The Practice of Risk Management*, London, Euromoney Publication PLC, 1998, p. 265, ISBN 1-85564-627-7. Někdy však toto rozlišení není schopen udržet ani Basilejský výbor, např. v Basel Committee on Banking Supervision: *Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book*, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 71 p., ISBN 92-9131-744-6.

³³ Bližší popis tohoto selhání viz např. Goldman Sachs, Swiss Bank Corporation: *The Practice of Risk Management*, London, Euromoney Publication PLC, 1998, p. 265, ISBN 1-85564-627-7

³⁴ N-to-default credit-linked notes je kreditní derivát poskytující částečné zajištění vybraného koše referenčních aktiv. Jedná se vlastně o dluhopis s vloženým swapem úvěrového selhání (CDS), kdy tento swap úvěrového selhání je vztažen k vybranému koši referenčních aktiv. Plnění z derivátu je kupujícímu zajištění vyplaceno až v případě selhání např. druhého či třetího referenčního aktiva (n-to-default), ztrátu ze selhání prvního referenčního aktiva nese kupující zajištění sám. Bližší viz Schonbucher Phillip: *Credit derivatives pricing models*, Chichester, John Wiley & Sons, 2003, 369 p., ISBN: 0-470-84291-1

hodnotu právě tohoto nástroje jako celku a určit jejich dílčí přínos. Je daleko vhodnější proces zjednodušit a standardisovat tak, aby počet použitých a sledovaných rizikových faktorů byl relativně nízký.

Postupuje se tak, že nejprve se strukturované nástroje rozloží na co nejjednodušší základní nástroje (základní stavební bloky). Tím se omezí počet nástrojů a tím i počet následně generovaných pozic. U těchto jednoduchých nástrojů většinou není problém vybrat hlavní rizikové faktory ovlivňující jejich hodnotu, neboť zde existuje silný konsensus i dostatek literatury, ať již akademické³⁵ nebo doporučení regulatorních institucí³⁶. Jednoduché nástroje se následně rozloží do pozic vůči příslušným jednotlivým rizikovým faktorům³⁷. Jednotlivé pozice se přiřadí k ostatním dlouhým nebo krátkým pozicím vůči příslušnému rizikovému faktoru, pokud možno v reálné hodnotě.

Jednotlivé pozice (ať již existující, nebo nově vzniklé) tedy musí být oceněny (a pravidelně přeceňovány) tržními cenami (mark-to-market), případně cenami, které jsou vytvořeny oceňovacími modely z tržních cen vycházejících (mark-to-model). Pro účely řízení tržních rizik je v současnosti za minimální standard považováno denní přecenění.

Následně se od sebe odečtou dlouhé a krátké pozice a jejich rozdíl je pak považován za čistou pozici vůči danému rizikovému faktoru. V anglofonní literatuře (např. Jorion nebo Dowd³⁸) se tento postup nazývá stripping and mapping.

Poté, co byla stanovena čistá pozice vůči jednotlivým rizikovým faktorům, odhadne se (případně exaktněji kvantifikuje) maximální smysluplná negativní změna rizikových faktorů za daný časový interval (tzv. holding period, jinými slovy délka období, po které banka bude pozici držet otevřenou). Aktuální tržní hodnota otevřených pozic se vynásobí touto negativní změnou. Výsledkem je potenciální ztráta, neboli podstupované riziko.

U sofistikovanějších přístupů je možné brát do úvahy korelace mezi změnou jednotlivých rizikových faktorů, případně jiné rizikové umocňovatele.

³⁵ Jako případ možno uvést Best Philip: *Implementing Value at Risk*, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3, nebo Alexander Carol: *Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models*, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8

³⁶ Příklady rozkladů nástrojů do pozic viz např. Vyhláška 123/2007 o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry, Sbírka zákonů ČR, 2007

³⁷ Např. tříměsíční měnový forward EUR/CZK lze rozložit na úrokovou pozici vůči tříměsíčnímu vrcholu výnosové křivky v CZK, dlouhou pozici vůči tříměsíčnímu vrcholu výnosové křivky v EUR a měnové pozice.

³⁸ Jorion Phillippe: *Value at risk: the new benchmark for controlling market risk*, 1997, Chicago, Irwin, 332 p., ISBN 0-7863-0848-6, Dowd Kevin: *Beyond Value at Risk: the new science of risk management*, Chichester, John Wiley & Sons, 1998, 274 p., ISBN 0-471-97622-9

Odhadnuté (či podle míry exaktnosti změřené riziko) se poté porovná s předem danými limity. Pokud jsou limity překročeny (případně pokud hrozí nebezpečí, že velikost rizika může limity překročit), útvar řízení rizik doporučí opatření k nápravě, např. doporučí snížit či omezit obchodování s nástroji s nejvyšším rizikovým přínosem nebo doporučí uzavřít zajišťovací obchody (tzv. hedging).

Celý výše zmíněný postup je nutné pravidelně opakovat. Pravidelnost se odvíjí od změny struktury portfolia a změny rizikových faktorů, u obchodních portfolií se měření a sledování provádí minimálně na denní bázi.

Celý postup řízení tržních rizik je shrnut v následující tabulce č. 1.

Tab. č. 1: Postup řízení tržních rizik

Krok 1	Kompletní a včasné zachycení všech provedených transakcí v informačních systémech	Identifikace
Krok 2	Výběr rizikových faktorů a rizikových umocňovatelů	Identifikace
Krok 3	Rozklad strukturovaných nástrojů na základní stavební bloky	Identifikace
Krok 4	Rozklad jednodušších nástrojů do pozic vůči rizikovým faktorům	Identifikace
Krok 5	Existující i nově vzniklé pozice přiřadí k příslušným rizikovým faktorům	Kvantifikace a sledování
Krok 6	Jednotlivé pozice jsou oceněny tržními cenami, případně cenami, které jsou vytvořeny oceňovacími modely s tržních cen vycházejících	Kvantifikace a sledování
Krok 7	Stanoví se čisté pozice vůči rizikovým faktorům	Kvantifikace a sledování
Krok 8	Odhadne se maximální smysluplná negativní změna rizikových faktorů za daný časový interval	Kvantifikace a sledování
Krok 9	Aktuální tržní hodnota otevřených pozic se vynásobí touto negativní změnou	Kvantifikace a sledování
Krok 10	Případné zohlednění korelací či jiných rizikových umocňovatelů	Kvantifikace a sledování
Krok 11	Výsledkem je potenciální ztráta, neboli podstupované riziko	Kvantifikace a sledování
Krok 12	Podstupované riziko se porovná s limity	Kvantifikace a sledování
Krok 13	V případě překročení limitů jsou přijata opatření k nápravě	Přijímání opatření k snížení rizika

Zdroj: vlastní

2.3. Odhad velikosti tržního rizika pomocí metody Value at Risk (VaR)

Jak již bylo řečeno, VaR (nevžil se český termín) je metoda pro odhad velikosti podstupovaného tržního rizika³⁹. Tento postup lze využívat nejen pro interní odhad rizik, ale i pro stanovení regulatorních kapitálových požadavků k tržnímu riziku⁴⁰.

VaR (dle RiskMetrics Group⁴¹) je vlastně nejvyšší možná potenciální ztráta v určeném časovém horizontu, kterou banka může utrpět v důsledku změn rizikových faktorů (tj. vybraných cen na finančních trzích) s určenou pravděpodobností (pro regulatorní účely se používá jednostranný interval spolehlivosti 99 %, někdy banky pro interní účely používají intervaly 97,5 % či 95 %). Formálně je možné hodnotu VaR (pro jedno aktivum) vyjádřit následující rovnicí:

$$VAR = V \times z \times \sigma \times \sqrt{\tau}, \quad (1)$$

kde V je aktuální tržní hodnota portfolia (většinou vyjádřená jako otevřená pozice), z je vybraná hladina spolehlivosti, σ je volatilita (tj. vlastně směrodatná odchylka) a $\sqrt{\tau}$ je doba držení (holding period).

Banky i mnohé další finanční instituce typicky počítají VaR s jednodenní dobou držení, tj. zajímá je zítřejší možná ztráta⁴². Vycházejí z předpokladu, že v případě negativního vývoje otevřené pozice během následujícího dne uzavřou. Pro regulatorní účely je z důvodu obezřetnosti však požadována delší doba držení, neboť uzavření pozic může např. z důvodů nízké likvidity trvat déle. Pro přepočet na delší dobu držení se často postupuje tak, že jednodenní VaR je vynásoben druhou odmocninou z požadované doby držení. Tento přepočet vychází z předpokladu, že změny cen (returns) jsou normálně rozloženy⁴³. Pokud tomu tak není, přepočet není matematicky oprávněný, nicméně praxí je i tak používán (a ze strany regulátorů byl do značné míry akceptován).

³⁹ Po roce 2000 se principy využívané v metodě VaR po určitých úpravách postupně rozšířily i na měření kreditních a později i také operačních rizik.

⁴⁰ Toto bylo umožněno zveřejněním dokumentu Basel Committee on Banking Supervision: An internal model-based approach to market risk capital requirements, Basel, Bank for International Settlements, 1995, 21 p.

⁴¹ RiskMetrics Group: „Risk Management: A practical Guide“, 1st ed 1999, 156 p.

⁴² Jedná se o typický horizont obchodování bank na finančním trhu, jak uvádí např. Alexander Carol: Market risk analysis. Volume III. Pricing, hedging and trading financial instruments, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 386 p., ISBN 978-0-470-99789-5

⁴³ Bliže o daném problému viz Danielsson J. and J Zigrand: “On time-scaling of risk and the square-root-of-time rule”, Journal of Banking and Finance, vol 30, 2006, pp 2701–2713., ISSN: 0378-4266

Potenciální ztráta je negativní změna hodnoty portfolia zapříčiněná pohyby tržních rizikových faktorů⁴⁴. Pohyb tržních faktorů může být absolutní $V_1 - V_0$ nebo relativní $(V_1 - V_0) / V_0$, případně logaritmický $\ln(V_1/V_0)$ ⁴⁵. Pro pohyb tržních faktorů se v angloamerické literatuře používá termín returns (v české terminologii se zatím ekvivalent neustálil).

Změna hodnoty portfolia je pak zapříčiněna jednak volatilitou pohybů tržních rizikových faktorů, ale také typem a množstvím vybraných rizikových faktorů.

Faktorů, které ovlivňují hodnotu portfolia může být značný počet⁴⁶, nicméně dopad mnohých faktorů na změnu hodnoty portfolia je v mnoha případech marginální nebo likvidita daného faktoru je nízká a nevypovídající. Proto literatura⁴⁷ i praxe doporučuje provést výběr rizikových faktorů a jejich počet zmenšit.

Kromě výše uvedeného hodnotu VaR dále ovlivňuje korelace mezi jednotlivými nástroji v portfoliu, délka použitých časových řad a vážení jednotlivých pozorování.

Co se týče délky použitých časových řad, existuje silný tržní konsensus používat dvouleté časové řady, tj. časové řady za posledních 500 obchodních dní. Delší časové řady by zatěžovaly hodnotu VaR historickými událostmi, jejichž relevance pro aktuální trh je nízká a VaR by nepružně reagoval na změnu volatility na trhu. Naopak příliš krátké časové řady by vedly k nadměrné volatilitě ukazatele VaR. Regulatorní požadavek na minimální délku časových řad je 250 obchodních dní⁴⁸. Výjimkou je situace, kdy na trhu dochází ke značné změně volatility rizikových faktorů, v takovém období je možné výjimečně použít časové řady kratší než jeden rok.

Otázkou, ve které zatím neexistuje plný konsenzus, je předpoklad, zdali přírůstky tržních sazeb jsou nezávislé a stejně rozdělené v čase. Empirická pozorování tento předpoklad nepotvrzují, naopak ukazují, že rozdělení přírůstků se v čase mění, typické je zejména střídání období charakterizovaných vysokou a nízkou volatilitou nazývané „volatility clustering“.

⁴⁴ Pro zopakování - riziko je chápáno jako negativní dopad nejisté události, tj. události, která nenastane se 100% jistotou. V oblasti řízení finančních rizik je pak za riziko považován pouze takový dopad, který by mohl vyústit ve finanční ztrátu.

⁴⁵ V_1 je aktuální hodnota tržního faktoru, V_0 pak předchozí hodnota tržního faktoru.

⁴⁶ Např. výnosové křivky pro různé kategorie finančních nástrojů a počet jejich vrcholů

⁴⁷ Např. Best Philip: Implementing Value at Risk, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3 nebo Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8

⁴⁸ Viz European Parliament and of the Council: Directive 2006/49/EC on the capital adequacy of investment firms and credit institution, Official Journal of the European Union, 2006

Toto zjištění má dopad do metod používaných pro odhad volatilit a korelací⁴⁹. Původně mezi nejčastěji používané metody pro jejich odhad patřila metoda klouzavých průměrů:

$$\sigma^2 = (1/M) * \sum r^2, \text{ kde} \quad (2)$$

r je pohyb tržních faktorů (return) a M je počet dní.

Tato metoda byla oblíbená zejména pro svojí jednoduchost, problémem je však délka zvolené časové periody. Čím delší perioda (a požadovaná perioda 250 odchodních dní je z tohoto úhlu pohledu značně dlouhá), tím se denní klouzavý průměr stává stabilnějším, tj. vykazovaná průměrná denní volatilita je nižší, což ovšem může být nebezpečné z hlediska denního řízení rizik (reálná odchylka od průměru může být nečekaně vysoká). Je to dáno faktem, že v delší periodě klesá váha jednoho dne. Dalším problémem metody je skutečnost, že ignoruje váhu jednotlivých pozorování. Jinak řečeno – historická i současná data mají při výpočtu volatility (nebo korelace) stejnou váhu.

Proto bývá předpoklad nepodmíněného normálního rozdělení nahrazován podmíněným normálním rozdělením a pro odhady aktuálních volatilit a korelací se používají metody, které kladou větší váhu na současná data⁵⁰.

Nejnámější z těchto metod je tzv. GARCH (generalized autoregressive heteroskedastic model) - způsob měření časově závislé volatility, který dává větší váhu současným datům. Metoda předpokládá, že variance míry výnosu je předvídatelná a závisí jednak na poslední inovaci a jednak na předchozích variancích, tj.:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha r_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2, \text{ kde} \quad (3)$$

r je pohyb tržních faktorů (return), ω je parametr a α, β jsou parametry zvané persistence ($\alpha + \beta$ nesmí být větší než 1).

Kvůli problémům se stanovením parametrů se často používá speciální úprava GARCH modelu (např. Risk Metrics), tzv. exponentially weighted moving average (EWMA) pouze s jedním parametrem, tzv. decay faktorem λ (faktor zapomnění):

$$\sigma_t^2 = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2, \text{ případně pro korelace} \quad (4)$$

$$\sigma_{t12}^2 = \lambda \sigma_{t-1,12}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1,1} r_{t-1,2} \quad (5)$$

Tento faktor udává váhu dat v závislosti na čase (musí být menší než 1), tj. teoreticky se jedná o maximum pravděpodobnostní funkce⁵¹.

⁴⁹ Detailnější popis používaných metod viz např. McNeil Alexander J., Rüdiger Frey, Paul Embrechts: Quantitative risk management: concepts, techniques and tools, Princeton, Princeton University Press, 2005, 538 p., ISBN 0-691-12255-5

⁵⁰ Pro zajímavost je možné uvést, že původní tvůrce této metody umožňující analýzu ekonomických časových řad vykazujících časově podmíněnou volatilitu, americký ekonom Robert Engle, za ni obdržel v roce 2003 cenu Švédské banky za ekonomii na paměť Alfreda Nobela (populárně Nobelovu cenu za ekonomii).

Ve většině modelů převažuje vážení pozorování, nicméně některé instituce nadále používají nevážené časové řady (např. z důvodu snadnějšího provázení VaR limitů a objemových limitů používaných obchodníky)⁵².

Pro přesnost je vhodné uvést, že existuje ještě další možný způsob stanovení volatility (případně korelací). Tím je využití tzv. implikované volatility. Zatímco předchozí přístupy byly založeny na odvození volatility z historických dat, implikovaná volatilita, jak uvádí např. Hull⁵³, je založena na odvození z nejnovějších tržních dat, z tržních cen obchodovaných opcí (za pomoci modelu na oceňování opcí).

⁵¹ Nejznámější je asi vážení jednotlivých pozorování exponenciální vahou 0,94, poprvé použitou v modelu Risk Metrics (viz Morgan Guaranty Trust Company: RiskMetrics Technical Document, 4th edn., 1996, 275 p.). Jinak řečeno, včerejší pozorování má váhu 0,94 pozorování dnešního, předvčerejší má váhu 0,94 včerejšího atd.

⁵² Viz např. Best Philip: Implementing Value at Risk, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3

⁵³ Viz Hull John C.: Options, futures, and other derivatives, 7th ed., Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, 2009, 822 p., ISBN 978-0-13-601586-4

3. Přístupy k odhadu VaR

V zásadě lze rozlišit tři základní možnosti⁵⁴, jakými lze provést výpočet VaR. Jedná se o následující přístupy:

- přístup založený na maticích variance/covariance,
- historická simulace
- a Monte Carlo simulace.

3.1. Variance-covariance

Při přístupu založeném na varianci/covarianci⁵⁵ se vychází ze skutečnosti, že hodnota portfolia je funkcí omezeného počtu tržních faktorů. Není nutné brát do úvahy změnu ceny každého nástroje v portfoliu, bere se v potaz pouze změna rizikových faktorů a citlivost jednotlivých skupin nástrojů na tuto změnu.

Tento přístup předpokládá, že pohyby tržních faktorů jsou normálně rozložené náhodné veličiny. Dále předpokládá, že mezi změnou ceny portfolia a změnou ceny každého jednotlivého tržního faktoru je alespoň přibližně lineární vztah. Používá se tedy většinou pro portfolio obsahující nástroje s lineární rizikovou charakteristikou, což jsou typicky mezibankovní depozita, repooperace, bezkuponové i kuponové dluhopisy (bez vložených opcí), akcie, měnové transakce a jednoduché pevné termínované transakce (FRA, forwardy, swapy).

Typicky se postupuje tak, že jednotlivé nástroje jsou rozloženy a přiřazeny k těm rizikovým faktorům, které ovlivňují jejich hodnotu. Celková volatilita portfolia je poté spočítána na základě váhy jednotlivých rizikových faktorů v portfoliu, volatilit jednotlivých rizikových faktorů a korelací mezi těmito faktory.

Vzhledem ke skutečnosti, že mnohé dílčí části postupu variance/covariance se používají i v simulačních přístupech, bude této metodě věnována relativně detailní pozornost, neboť nejlépe objasňuje logiku odhadu Value at Risk.

⁵⁴ Viz např. Best Philip: *Implementing Value at Risk*, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3 nebo Dowd Kevin: *Beyond Value at Risk: the new science of risk management*, Chichester, John Wiley & Sons, 1998, 274 p., ISBN 0-471-97622-9. Rozlišení respektuje i regulatorní přístup, viz Vyhláška 123/2007 o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry, Sbírka zákonů ČR, 2007

⁵⁵ Blíže např. Jorion Phillipe: *Value at risk: the new benchmark for controlling market risk*, 1997, Chicago, Irwin, 332 p, ISBN 0-7863-0848-6, nebo Best Philip: *Implementing Value at Risk*, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3

Pro rozložení a přiřazení nástrojů k jednotlivým rizikovým faktorům se standardně používá postup zvaný „cash flow mapping“⁵⁶, kdy každý nástroj je rozložen do jednotlivých peněžních toků, následně je spočítána současná hodnota těchto peněžních toků a poté je současná hodnota toků rozložena mezi relevantní rizikové faktory.

Aby model mohl spočítat VaR (bez ohledu na použitý přístup), musí mít k dispozici data, a to data dvojího typu. Jednak data o provedených obchodech (tj. data o struktuře portfolia, pro které je riziko odhadováno) a jednak tržní data o rizikových faktorech (úrokové sazby, měnové kursy atd.).

Data o provedených obchodech⁵⁷ jsou v naprosté většině čerpána z interních databází banky, s tím, že údaje o provedených obchodech nesmí pocházet přímo od obchodníků, ale musí být před vstupem do modelu nezávisle ověřena, což v bankách typicky provádí útvar vypořádání obchodů (tzv. back office). Následně se verifikovaná data o provedených obchodech zasílají do databází, které spravuje útvar řízení tržních rizik, a data z těchto databází jsou pak použita pro výpočet VaR. Ideální je automatické propojení databází o provedených obchodech a modelů pro výpočet VaR, nebývá to však vždy pravidlem. Některé méně běžné transakce se často vkládají ručně, což samozřejmě zvyšuje možnost chyby.

Informace o portfoliu je nutné obměňovat minimálně na denní bázi (respektive tento požadavek se vztahuje na nástroje zařazené do obchodního portfolia). Jinými slovy každý den jsou ze zdrojových databází čerpány do lokálních databází ve VaR modelu data o provedených obchodech. Výše zmíněná data jsou pak upravována a zpracovávána do podoby vhodné k následným výpočtům.

Tržní data o rizikových faktorech jsou většinou čerpána z externích zdrojů, ke kterým má banka přístup. Typicky se jedná o databáze vytvořené a spravované firmou Reuters či Bloomberg (banky mají většinou přes pronajaté terminály on-line přístup k oběma databázím).

Obě dvě firmy nejen že samy shromažďují informace o provedených obchodech a jejich cenách, ale umožňují ostatním institucím zde takovéto informace nabízet a hlavně umožňují aktivní uzavírání obchodů přes své terminály, čehož banky ve velké míře využívají. V jejich databázích je velké množství dat od různých poskytovatelů, přičemž ne všechna data jsou pro daný rizikový faktor a daný trh relevantní.

⁵⁶ Viz např. Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8 nebo Best Philip: Implementing Value at Risk, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3

⁵⁷ Jak uvádí např. Angelopoulos P., P. Mourdoukoutas: Banking risk management in a globalizing economy, Westport (CT), Quorum Books 2001, 171 s., ISBN: 1-56720-340-X

Výběr je třeba provést s velkou pečlivostí, ideálně ve spolupráci s obchodníky, kteří příslušný trh velmi dobře znají a jsou schopni vybrat poskytovatele a kotaci, která má největší vypovídací schopnost. Výběr je nutné provést ve velké míře detailu, až na úrovni technických identifikátorů zdrojových polí (tzv. RIC's u Reuters, Tickers u Blombergu).

Příklad typického výběru pro výnosovou křivku pro Euro⁵⁸ je uveden v tabulce č. 2. Pro úrokové sazby do jednoho roku (O/N až 12M) včetně je použit fixing mezibankovního trhu LIBOR fixovaný British Bankers Association. Pro úrokové sazby nad jeden rok je použita bloombergovská kompozitní kotace (closing) úrokových swapů (v tomto případě annually fixed rate/6M EULIBOR)

Tab. č. 2: Výnosová křivka v EUR, identifikace zdrojových polí, Bloomberg

EUR	Ticker	name	field
O/N	EE00O/N Index	LIBOR-EUR	PX_last
1W	EE0001W Index	LIBOR-EUR	PX_last
1M	EE0001M Index	LIBOR-EUR	PX_last
3M	EE0003M Index	LIBOR-EUR	PX_last
6M	EE0006M Index	LIBOR-EUR	PX_last
9M	EE0009M Index	LIBOR-EUR	PX_last
12M	EE0012M Index	LIBOR-EUR	PX_last
2Y	EUSA2 Crncy	EUR-swap	yest_last_trade
3Y	EUSA3 Crncy	EUR-swap	yest_last_trade
5Y	EUSA5 Crncy	EUR-swap	yest_last_trade
10Y	EUSA10 Crncy	EUR-swap	yest_last_trade

Zdroj: vlastní dle Bloomberg

V případě, že je použit „cash flow mapping“, znamená to, že je třeba nástroje rozložit do jednotlivých peněžních toků, což může v některých případech generovat zajímavé otázky. U bezkuponových dluhopisů žádný problém nenastává, ale již např. u dluhopisů s proměnlivou úrokovou sazbou (tzv. floaters) ano. Standardně se s tímto dluhopisem zachází jako s jedním peněžním tokem s maturitou rovnou datu přecenění. Otázkou však je, jak velký tento peněžní tok bude. Je jeho budoucí velikost rovna nominální hodnotě, nebo součtu nominální hodnoty a velikosti kuponu? Je zajímavé, že odborná literatura tento problém příliš neřeší.

⁵⁸ Tato výnosová křivka byla použita pro model VaR pro portfolio devizových rezerv ČNB. Viz Zeman D., Schutz T., Špaček E.: Model VaR pro portfolio devizových rezerv, interní materiál České národní banky, Praha, 2003, 46 s.

Nástroje vstupující do výpočtu VaR jsou tedy ve výsledné podobě dekomponovány do soustavy toků hotovosti, které lze interpretovat jako bezkuponové dluhopisy s příslušnými termíny splatnosti. Na trhu v naprosté většině případů nelze přímo pozorovat požadované míry výnosu bezkuponových dluhopisů, nýbrž pouze kuponových dluhopisů.

Proto je vhodné použít algoritmus pro stanovení požadované míry výnosu bezkuponových dluhopisů, tak, aby tato požadovaná míra výnosu byla teoreticky spravedlivá ve vztahu k existující požadované míře výnosu kuponových dluhopisů. Jinými slovy výnosová křivka se splatností nad jeden rok, která je tvořena nástroji, které nesou kupon (ať již se jedná o swapovou křivku, či křivku tvořenou státními dluhopisy) bývá upravena (i když regulace to výslovně nepřikazuje) na výnosovou křivku bezkuponových dluhopisů.

Literatura⁵⁹ často doporučuje (a praxe běžně používá) úpravu prováděnou pomocí postupu zvaného „bootstrapping“, neboli pomocí následujícího výpočetního vzorce:

$$z_t = \sqrt[t]{\frac{r_t + 1}{1 - r_t \cdot \sum_{k=1}^{t-1} \frac{1}{(1 + z_k)^k}}} - 1 \quad (6)$$

kde r_1, r_2, \dots, r_n jsou požadované míry výnosu kuponových dluhopisů o splatnostech 1 rok, 2 roky, ..., n let a dále z_1, z_2, \dots, z_n jsou požadované míry výnosu bezkuponových dluhopisů o stejných splatnostech r_1, r_2, \dots, r_n . Jedná se o rekurentní vzorec, tj. pro stanovení sazby z_t je nutné mít již spočteny sazby z_2, \dots, z_{t-1} . Výpočet je nutné provést pro celou vybranou časovou řadu (tj. minimálně 250 posledních údajů) příslušného vrcholu výnosové křivky.

V případě přebírání časových řad rizikových faktorů občas dochází k problému, kdy pro daný den a daný typ sazby či kursu není k dispozici jeho konkrétní hodnota (buďto daný den nebyl příslušný index kotován z důvodu bankovního svátku nebo nebyl stažen z technických důvodů). Pak je nutné doplnění chybějících dat v časové řadě. Možných postupů je více (v odborné literatuře není daný problém jednoznačně vyřešen), v praxi se nejběžněji postupuje následovně.

Pokud hodnota rizikového faktoru není k dispozici jeden den, chybějící hodnota je dopočítána jako prostý aritmetický průměr hodnoty předchozího a následujícího dne. Pokud hodnota rizikového faktoru není k dispozici dva a více dnů, chybějící hodnoty jsou nahrazeny hodnotou posledního předcházející dne. A konečně pokud není k dispozici poslední hodnota

⁵⁹ Např. Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8

rizikového faktoru (tj. nejaktuálnější) chybějící hodnota je nahrazena hodnotou předcházejícího dne.

Poté, co je k dispozici doplněná časová řada, je možné z této časové řady spočítat změnu hodnoty rizikových faktorů, tj. returns (v případě přístupu variance/covariance se většinou používají relativní returns) a z této upravené řady se pak spočítá jejich volatilita a korelace mezi nimi. Při jejich výpočtu typicky bývá zohledněna nižší váha starších pozorování.

Způsob výpočtu je možné ozřejmit na příkladu úrokových a měnových rizikových faktorů pro portfolio lineárních nástrojů, které jsou denominovány ve dvou měnách, buďto v EUR, nebo USD⁶⁰.

V případě úrokových rizikových faktorů mohou být toky hotovosti (které mohou nabývat i záporné hodnoty) přiřazeny k vrcholům výnosové křivky, která má celkem 11 vrcholů (jedná se o nejběžnější úzus na trhu) a to jak v EUR, tak v USD (viz tab. č. 3).

Tab. č. 3: Vybrané vrcholy výnosové křivky

Číslo vrcholu	Zkrácené označení	Popis
1	O/N	overnight
2	1W	týden
3	1M	měsíc
4	3M	3 měsíce
5	6M	6 měsíců
6	9M	9 měsíců
7	12M	12 měsíců
8	2Y	2 roky
9	3Y	3 roky
10	5Y	5 let
11	10Y	10 let

Zdroj: vlastní

Současné hodnoty těchto toků hotovosti v EUR vyjádřené v EUR jsou označeny symboly P_1, \dots, P_{11} a současné hodnoty těchto toků hotovosti v USD vyjádřené v USD se označí Q_1, \dots, Q_{11} . (jde-li o záporné cash flow, příslušné číslo má zápornou hodnotu).

Postup při stanovení volatilit k úrokovým rizikovým faktorům je ilustrován na příkladě úrokového rizika v EUR vztaženého k vrcholu výnosové křivky 3M, tzn. na příkladě

rizikového faktoru $\frac{\Delta P_4}{P_4}$.

⁶⁰ Tento způsob výpočtu byl použit pro model pro portfolio devizových rezerv ČNB, viz Zeman D., Schutz T., Špaček E.: Model VaR pro portfolio devizových rezerv, interní materiál České národní banky, Praha, 2003, 46 s.

Nastane-li tok hotovosti o nominální hodnotě NH k vrcholu výnosové křivky 3M, jeho současná hodnota je rovna:

$$\frac{NH}{(1+i)^t} \quad (7)$$

kde i je bezkuponová úroková sazba vztažená k vrcholu 3M a t je pak číslo vyjadřující poměr *délka období, za které je prováděno úročení / 1 rok*, (přičemž přesná hodnota tohoto čísla závisí na přijaté úrokovací konvenci).

Nejprve musí být k dispozici historická řada bezkuponových úrokových sazeb vztažených k vrcholu výnosové křivky 3M. Z regulatorního úhlu pohledu je nutné pracovat s historickou řadou délky minimálně 250 hodnot. Dnešní sazba vztažená k vrcholu výnosové křivky 3M bude označena i_0 , včerejší sazba vztažená k vrcholu 3M bude označena i_1 , předvčerejší sazba vztažená k vrcholu 3M bude i_2 atd. až i_{249} bude značit sazbu vztaženou k vrcholu 3M, která platila před 249 dny. Historická řada současných hodnot toku hotovosti o nominální hodnotě NH vztaženého k vrcholu 3M je:

$$\frac{NH}{(1+i_0)^t}, \frac{NH}{(1+i_1)^t}, \frac{NH}{(1+i_2)^t}, \dots, \frac{NH}{(1+i_{249})^t} \quad (8)$$

Na základě této historické řady se sestaví historická řada "returns":

$$\begin{aligned} r_0 &= \frac{\frac{NH}{(1+i_0)^t} - \frac{NH}{(1+i_1)^t}}{\frac{NH}{(1+i_1)^t}} = \frac{(1+i_1)^t}{(1+i_0)^t} - 1 \\ r_1 &= \frac{\frac{NH}{(1+i_1)^t} - \frac{NH}{(1+i_2)^t}}{\frac{NH}{(1+i_2)^t}} = \frac{(1+i_2)^t}{(1+i_1)^t} - 1 \\ r_2 &= \frac{(1+i_3)^t}{(1+i_2)^t} - 1 \end{aligned} \quad (9)$$

až

$$r_{248} = \frac{(1+i_{249})^t}{(1+i_{248})^t} - 1$$

Symbolem \bar{r} bude označen aritmetický průměr z čísel r_0, r_1, \dots, r_{248} . Podle běžného statistického postupu je možné odhadovat směrodatnou odchylku buď vzorcem:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{248} (r_k - \bar{r})^2}{249}} \quad (\text{jako tzv. nejlepší nestranný odhad, též výběrová směrodatná odchylka}),$$

nebo vztahem:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{248} (r_k - \bar{r})^2}{249}} \quad (\text{jako tzv. maximální věrohodný odhad}).$$

Ve finančně statistických úvahách je často vhodné zohlednit skutečnost, že historicky novější výkyvy mají větší váhu než historicky starší výkyvy. Pro zjednodušení implementace modelu se v praxi často používá postup, který jako první použila a zveřejnila banka J. P. Morgan ve svém modelu RiskMetrics⁶¹. K výpočtu směrodatné odchylky je použit níže uvedený vzorec:

$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k (r_k - \bar{r})^2} \quad (10)$$

pro (hypoteticky existující) nekonečnou řadu "returns". Parametr λ se nazývá "decay factor". Jeho velikost udává, jak postupně klesá váha předchozích straších "returns" ve výpočtu směrodatné odchylky. V modelu RiskMetrics je jako optimální hodnota tohoto parametru použita $\lambda = 0,94$ pro jednodenní "returns" a $\lambda = 0,97$ pro měsíční "returns".

Výše zmíněný postup lze výhodně využít při praktickém výpočtu. Je akceptován předpoklad, že volatilita byla počítána nejprve včera na základě nekonečné řady "returns" r_1, r_2, r_3, \dots a potom dnes na základě nekonečné řady "returns" r_0, r_1, r_2, \dots , přičemž aritmetické průměry z nekonečných řad "returns" byly v obou případech stejné. Dále volatilita počítaná včera bude označena σ_V a volatilita počítaná dnes bude označena σ_D . Potom platí:

⁶¹ Viz Morgan Guaranty Trust Company: RiskMetrics Technical Document, 4th edn., New York, 1996, 275 p.

$$\sigma_D^2 = (1-\lambda) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k (r_k - \bar{r})^2$$

$$\sigma_V^2 = (1-\lambda) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k (r_{k+1} - \bar{r})^2$$

Dále se provede úprava:

$$\begin{aligned} \sigma_D^2 &= (1-\lambda) \cdot \left[(r_0 - \bar{r})^2 + \sum_{k=1}^{\infty} \lambda^k (r_k - \bar{r})^2 \right] = (1-\lambda) \cdot \left[(r_0 - \bar{r})^2 + \lambda \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \lambda^{k-1} (r_k - \bar{r})^2 \right] = \\ &= (1-\lambda) \cdot \left[(r_0 - \bar{r})^2 + \lambda \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k (r_{k+1} - \bar{r})^2 \right] = (1-\lambda) \cdot (r_0 - \bar{r})^2 + \lambda \cdot \left[(1-\lambda) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k (r_{k+1} - \bar{r})^2 \right] = \\ &= (1-\lambda) \cdot (r_0 - \bar{r})^2 + \lambda \cdot \sigma_V^2 \end{aligned} \quad (10)$$

Praktická výhoda tohoto přístupu spočívá ve skutečnosti, že volatilitu v den D je možné spočítat, je-li znám "return" ze dne D a volatilitu z předchozího dne. Je samozřejmé, že v praxi se pracuje pouze s konečnými historickými řadami a potom výše uvedený rekurentní vztah platí pouze přibližně.

Na základě výše uvedeného je možné upravit vzorec výběrové směrodatné odchylky tak, že se bude počítat:

$$\sigma = \sqrt{L \cdot \sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (r_k - \bar{r})^2}, \text{ kde } L = \frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \dots + \lambda^{248}} = \frac{\lambda - 1}{\lambda^{249} - 1}, \text{ kde } \lambda = 0,94 \quad (11)$$

Pokud by historická řada bezkuponových úrokových sazeb měla délku N jinou než 250, řada "returns" by měla délku N-1 a vzorec pro volatilitu by měl tvar:

$$\sigma = \sqrt{L \cdot \sum_{k=0}^{N-2} \lambda^k \cdot (r_k - \bar{r})^2}, \text{ kde } L = \frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \dots + \lambda^{N-2}} = \frac{\lambda - 1}{\lambda^{N-1} - 1}, \text{ kde } \lambda = 0,94 \quad (12)$$

V případě měnových rizikových faktorů (tj. kurs EUR a USD) je postup obdobný, což je možné dokladovat na volatilitě rizikového faktoru $\frac{\Delta E}{E}$, (pro rizikový faktor $\frac{\Delta U}{U}$ by postup byl zcela analogický).

Je k dispozici historická řada 250 kursů EUR vyjádřených v CZK E_0, E_1, \dots, E_{248} (E_0 je dnešní kurs, E_1 je včerejší kurs, atd). Historická řada "returns" má podobu:

$$\begin{aligned} r_0 &= \frac{E_0 - E_1}{E_1} \\ r_1 &= \frac{E_1 - E_2}{E_2} \\ &\text{atd.} \\ r_{248} &= \frac{E_{248} - E_{249}}{E_{249}} \end{aligned} \quad (13)$$

Z této historické řady "returns" lze odvodit stejnými úvahami jako u úrokového rizika vzorec:

$$\sigma = \sqrt{L \cdot \sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (r_k - \bar{r})^2}, \text{ kde } L = \frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \dots + \lambda^{248}} = \frac{\lambda - 1}{\lambda^{249} - 1}, \text{ kde } \lambda = 0,94 \quad (11)$$

Opět platí, že pokud by s historická řada kursů měla jinou délku N než 250, byl by použit vzorec:

$$\sigma = \sqrt{L \cdot \sum_{k=0}^{N-2} \lambda^k \cdot (r_k - \bar{r})^2}, \text{ kde } L = \frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \dots + \lambda^{N-2}} = \frac{\lambda - 1}{\lambda^{N-1} - 1}, \text{ kde } \lambda = 0,94 \quad (12)$$

Jak vyplývá z předchozího textu, k dispozici je celkem 24 rizikových faktorů (11 vrcholů výnosové křivky v EUR, 11 vrcholů výnosové křivky v USD, kurs EUR vůči CZK a kurs EUR vůči CZK), jejichž změna bude mít za následek změnu hodnoty portfolia. Pokud jsou známy řady returnů a řady volatilit těchto rizikových faktorů, posledním krokem, který zbývá, je spočítat korelace mezi jednotlivými rizikovými faktory. Postup je obvykle následující.

Jak již bylo řečeno, k dispozici je časová řada returnů pro každý rizikový faktor, tj.:

$$\frac{\Delta P_1}{P_1}, \dots, \frac{\Delta P_{11}}{P_{11}}, \frac{\Delta Q_1}{Q_1}, \dots, \frac{\Delta Q_{11}}{Q_{11}}, \frac{\Delta E}{E}, \frac{\Delta U}{U}$$

Dále značeno

$$X_1 = \frac{\Delta P_1}{P_1}, \dots, X_{11} = \frac{\Delta P_{11}}{P_{11}}, X_{12} = \frac{\Delta Q_1}{Q_1}, \dots, X_{22} = \frac{\Delta Q_{11}}{Q_{11}}, X_{23} = \frac{\Delta E}{E}, X_{24} = \frac{\Delta U}{U}$$

Pro každou z náhodných veličin X_1, \dots, X_{24} je k dispozici historická řada 249 pozorování. Pro každé $m \in \{1, \dots, 24\}$ označíme historickou řadu pozorování veličiny X_m jako $X_m^0, X_m^1, \dots, X_m^{248}$. Při vysvětlení výpočtu volatilit byl vzat jako odhad pro volatilitu σ_m (t.zn. směrodatnou odchylku) náhodné veličiny X_m vzorec:

$$\sigma_m = \sqrt{L \cdot \sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (X_m^k - \bar{X}_m)^2}, \text{ kde } L = \frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \dots + \lambda^{248}} = \frac{\lambda - 1}{\lambda^{249} - 1}, \text{ kde } \lambda = 0,94 \quad (11)$$

$$\text{a } \bar{X}_m = \frac{X_m^0 + X_m^1 + X_m^2 + \dots + X_m^{248}}{249}$$

Pro úplnou srozumitelnost použitého označení je vhodné podotknout, že při vysvětlení výpočtu volatilit byl postup vysvětlen na příkladu volatilit rizikového faktoru $\frac{\Delta P_4}{P_4}$, který je zde označen jako X_4 , a pro historickou řadu pozorovaných hodnot této náhodné veličiny byly použity symboly r_0, r_1, r_2, \dots , které odpovídají zde použitým symbolům $X_4^0, X_4^1, X_4^2, \dots$.

Korelace dvou náhodných veličin je podíl, kde v čitateli je kovariance těchto náhodných veličin a ve jmenovateli součin směrodatných odchylek těchto náhodných veličin. Podle běžného statistického postupu se kovariance náhodných veličin X_i a X_j odhaduje buď vzorcem

$$\frac{1}{248} \cdot \sum_{k=0}^{248} (X_i^k - \overline{X_i}) \cdot (X_j^k - \overline{X_j}) \quad (\text{tzv. výběrová kovariance}),$$

nebo vzorcem

$$\frac{1}{249} \cdot \sum_{k=0}^{248} (X_i^k - \overline{X_i}) \cdot (X_j^k - \overline{X_j}). \quad (14)$$

Pro odhad korelace se potom použije zlomek

$$\frac{\text{odhad kovariance}}{\text{součin odhadů směrodatných odchylek}} \quad (15)$$

Přitom mezi čitatelem a jmenovatelem musí být konzistence v tom smyslu, že buď je použita výběrová kovariance a současně výběrová směrodatná odchylka nebo je použita „nevýběrová“ kovariance a současně „nevýběrová“ směrodatná odchylka. Výsledná hodnota zlomku je potom v obou případech stejná.

Pro odhad kovariance při (hypoteticky existujících) nekonečných historických řadách pozorovaných hodnot náhodných veličin X_i a X_j doporučuje manuál RiskMetrics⁶² odhad

$$\text{cov}(X_i, X_j) = (1 - \lambda) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k \cdot (X_i^k - \overline{X_i}) \cdot (X_j^k - \overline{X_j}) \quad (16)$$

(pro význam čísla λ a volbu hodnoty čísla λ platí totéž, co bylo řečeno v případě vysvětlení

$$\text{výpočtu volatility u vzorce pro odhad volatility } \sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k (r_k - \bar{r})^2}). \quad (10)$$

Pro konečnou řadu pozorovaných hodnot náhodných veličin X_i a X_j je vzorec modifikován do podoby:

$$\text{cov}(X_i, X_j) = L \cdot \sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (X_i^k - \overline{X_i}) \cdot (X_j^k - \overline{X_j}), \quad (17)$$

$$\text{kde } L = \frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \dots + \lambda^{248}} = \frac{\lambda - 1}{\lambda^{249} - 1}, \text{ kde } \lambda = 0,94.$$

Pro odhad korelace je potom možné použít vzorec:

⁶² Morgan Guaranty Trust Company: RiskMetrics Technical Document, 4th edn., New York, 1996, 275 p.

$$\rho_{ij} = \text{cor}(X_i, X_j) = \frac{L \sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (X_i^k - \overline{X_i}) \cdot (X_j^k - \overline{X_j})}{\sqrt{\sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (X_i^k - \overline{X_i})^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=0}^{248} \lambda^k \cdot (X_j^k - \overline{X_j})^2}} \quad (18)$$

Poté, co jsou k dispozici spočítané volatility jednotlivých rizikových faktorů a korelace mezi nimi, následuje další krok, kterým je rozklad (striping) nástrojů do jednotlivých peněžních toků, jejich ocenění (respektive stanovení čisté současné hodnoty) a přiřazení oceněných peněžních toků k jednotlivým rizikovým faktorům (mapping).

Nástroje se rozloží dle dat jednotlivých peněžních toků, které generují. Následně se stanoví počet dní do maturity příslušného peněžního toku. Peněžní toky ve stejné měně se stejným počtem dnů do splatnosti se sčítají (často se používá úzus, kdy peněžní toky se splatností vyšší než jeden rok se sumarizují nikoli po dnech, ale po měsících). Peněžní tok mající maturitu k datu výpočtu VaR se většinou vylučuje, neboť vlastně nepředstavuje potenciál pro změnu.

Následujícím krokem je výpočet čisté současné hodnoty jednotlivých sumarizovaných peněžních toků a přiřazení této hodnoty k jednotlivým rizikovým faktorům. To je problematické zejména v případě úrokových rizikových faktorů. Pokud maturita peněžního toku připadá k vrcholu výnosové křivky, celá současná hodnota tohoto cash flow se přiřadí k příslušnému vrcholu (tj. pokud maturita peněžního toku nastane za 30 dní, současná hodnota takového toku se přiřadí k vrcholu 1M). To je však spíše výjimka než pravidlo.

Častěji maturita peněžního toku připadne mezi dva vrcholy výnosové křivky a je nutné ji mezi tyto dva vrcholy rozdělit. Rozdělení musí být provedeno takovým způsobem, aby:

- a) současná hodnota rozděleného peněžního toku byla stejná jako hodnota původního nerozděleného toku a zároveň
- b) volatilita výnosu rozdělených peněžních toků byla stejná jako volatilita původního toku.

Je tedy třeba vypočítat faktor (tzv. rozdělovník), který umožní rozdělení peněžního toku mezi dva vrcholy výnosové křivky při současném splnění obou dvou výše uvedených podmínek.

Postup výpočtu „rozdělovníku“ bude dokumentován na následujícím příkladě. Za čtyři měsíce se bude maturovat peněžní tok $X = 1$ mil. EUR. Nejbližší 2 vrcholy výnosové křivky jsou vrchol 3M a vrchol 6M. Předpokládejme situaci, že požadované míry výnosu (yields) bezkupónových dluhopisů k těmto časovým vrcholům jsou tříměsíční vrchol výnosové křivky

y_3 a šestiměsíční vrchol y_6 , volatility k těmto časovým vrcholům jsou σ_3, σ_6 a korelace mezi výnosy (returns) k časovým vrcholům 3M a 6M je ρ_{36} .

Optimální stanovení současné hodnoty tohoto cashflow a jejího rozkladu na dvě komponenty, které budou přiřazeny k časovým vrcholům 3M a 6M, vypadá následovně.

Nejprve bude pomocí lineární interpolace aproximována požadovaná míra výnosu (tj. úroková míra pro diskontování) k časovému vrcholu výnosové křivky 4M.

$$y_4 = u \cdot y_3 + (1 - u) \cdot y_6 \quad (19)$$

$$\text{kde } u = \frac{6M - 4M}{3M} = \frac{2}{3}, \quad 1 - u = \frac{4M - 3M}{3M} = \frac{1}{3}$$

(vyšší váha je tedy u bližšího časového vrcholu)

Následně se pak spočítá současná hodnota peněžního toku (PV) označeného výše jako X podle vztahu:

$$PV = \frac{X}{(1 + y_4)^t} \quad (20)$$

$$\text{kde } t = \frac{4M}{1Y} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

Poté, co byla spočítána současná hodnota peněžního toku, pomocí lineární interpolace (u má stejný význam jako v případě aproximace úrokové míry) bude aproximována volatilita k časovému vrcholu 4M.

$$\sigma_4 = u \cdot \sigma_3 + (1 - u) \cdot \sigma_6 \quad (21)$$

Dlouhá pozice v cash flow se splatností 4M o současné hodnotě PV pak bude nahrazena syntetickým portfoliem dlouhých pozic v cash flow se splatnostmi 3M a 6M o současných hodnotách PV_3 a PV_6 tak, aby byly splněny následující dvě podmínky:

- a) objem tohoto syntetického portfolia (ve smyslu současné hodnoty) musí být roven současné hodnotě původní skutečné dlouhé pozice v toku se splatností 4M, tzn.:

$$PV = PV_3 + PV_6$$
- b) volatilita výnosu tohoto portfolia musí být rovna volatilitě výnosu původní skutečné dlouhé pozice v peněžním toku se splatností 4M tak, jak byla dříve spočtena lineární interpolací (a mělo by tedy platit, že rozptyl výnosu tohoto portfolia musí být roven rozptylu výnosu skutečné dlouhé pozice v peněžním toku se splatností 4M).

Dlouhé pozice v peněžních tocích se splatnostmi 3M a 6M mají v syntetickém portfoliu váhy α a $1 - \alpha$, kde číslo α je zatím neznámé.

Následně bude na syntetické portfolio aplikována úvaha, podle které výnos portfolio je váženým průměrem výnosů jednotlivých složek portfolio. Pro volatilitu výnosu portfolio potom platí, že její druhá mocnina (tzn. rozptyl výnosu portfolio) je rovna maticovému součinu:

$$w \times \text{cov} \times w^T, \quad (22)$$

kde w je řádkový vektor vah, cov kovarianční matice výnosů jednotlivých složek portfolio a w^T sloupcový vektor vah. Rozptyl výnosů dvousložkového portfolio, kde jednotlivé složky mají váhy α , $1-\alpha$ a volatilitu výnosů jednotlivých složek portfolio jsou σ_3 , σ_6 , musí mít potom tvar:

$$(\alpha \quad 1-\alpha) \times \begin{pmatrix} \sigma_3^2 & \text{cov}_{36} \\ \text{cov}_{36} & \sigma_6^2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \alpha \\ 1-\alpha \end{pmatrix} \quad (23)$$

(kde cov_{36} je kovariance mezi výnosy obou složek), což lze přepsat jako:

$$\alpha^2 \cdot \sigma_3^2 + (1-\alpha)^2 \cdot \sigma_6^2 + 2 \cdot \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot \text{cov}_{36}. \quad (24)$$

Pro kovarianci cov_{36} platí, že je rovna součinu:

$$\sigma_3 \times \sigma_6 \times \rho_{36}, \quad (25)$$

kde ρ_{36} je korelace mezi výnosy obou složek.

Podle výše zmíněné podmínky b) však výraz „ $\alpha^2 \cdot \sigma_3^2 + (1-\alpha)^2 \cdot \sigma_6^2 + 2 \cdot \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot \text{cov}_{36}$ “ (24) musí být roven číslu σ_4^2 , kde číslo σ_4 bylo spočteno již v předchozích krocích. Proto musí platit rovnost:

$$\sigma_4^2 = \alpha^2 \cdot \sigma_3^2 + (1-\alpha)^2 \cdot \sigma_6^2 + 2 \cdot \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_6 \cdot \rho_{36} \quad (26)$$

Protože v předchozí rovnosti jsou známa všechna čísla s výjimkou α , je možné odvodit kvadratickou rovnici o neznámé α ve tvaru:

$$0 = a \cdot \alpha^2 + b \cdot \alpha + c, \quad (27)$$

kde

$$\begin{aligned} a &= \sigma_3^2 + \sigma_6^2 - 2 \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_6 \cdot \rho_{36} \\ b &= 2 \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_6 \cdot \rho_{36} - 2 \cdot \sigma_6^2 \\ c &= \sigma_6^2 - \sigma_4^2 \end{aligned}$$

Standardním vzorcem se spočítají kořeny α_1 , α_2 , vezme se ten z kořenů α_1 , α_2 , který leží mezi 0 a 1⁶³ a pomocí něho se rozloží PV.

⁶³ Lze dokázat, že za předpokladu $\sigma_3 \neq \sigma_6$ vždy právě jeden kořen rovnice bude ležet v intervalu (0,1). Splnění tohoto předpokladu je nutné ohlídat, při přesnosti, s jakou počítají informační systémy, je však značně

Současná hodnota peněžního toku se vynásobí rozdělovníkem a výsledek je přiřazen ke kratšímu vrcholu, zatímco zbylá část současné hodnoty je přiřazena k delšímu vrcholu (tj. pokud současná hodnota cash flow je 1 mil. EUR, spadá mezi vrcholy 3M a 6M a rozdělovník je 0,2, k vrcholu 3M bude přiřazeno 200 tis. EUR a k vrcholu 6M zbylých 800 tis. EUR). Následně se provede součet všech dílčích současných hodnot přiřazených k jednotlivým vrcholům výnosové křivky, případně k jiným rizikovým faktorům.

Po přepočtu do vykazovací měny (např. CZK) pak je známa velikost čisté současné hodnoty portfolia (pokud má být VaR odhadnut pro celé portfolio, tak hodnota portfolia musí být vyjádřena v jedné měně).

Poté, co jsou známy volatility, korelace a současná hodnota portfolia, je možné přistoupit k vlastnímu výpočtu celkového Value at Risk, případně k dalším dodatečným ukazatelům, např. dílčím přínosům jednotlivých rizikových faktorů (incremental VaR). Pro vlastní výpočet VaR se většinou používá upravený výpočetní vzorec, který má tvar⁶⁴:

$$VAR = \sqrt{w_2^T \cdot COR \cdot w_2}, \quad (28)$$

kde COR je korelační matice:

$$COR = (\rho_{ij})_{i,j=1}^{24},$$

kde w_2^T je vektor ve tvaru:

$$\left[A_1 \sigma_1 z \cdot \sqrt{\tau}, \dots, A_{11} \sigma_{11} z \cdot \sqrt{\tau}, B_1 \sigma_{12} z \cdot \sqrt{\tau}, \dots, B_{11} \sigma_{22} z \cdot \sqrt{\tau}, \left(A_1 + \dots + A_{11} \right) \sigma_{23} z \cdot \sqrt{\tau}, \left(B_1 + \dots + B_{11} \right) \sigma_{24} z \cdot \sqrt{\tau} \right]$$

a w_2 je transponovaný vektor k vektoru w^T .

Způsob odvození výpočetního vzorce bude popsán na následujících řádcích. Vychází se přitom z předpokladu portfolia lineárních nástrojů denominovaných v EUR a USD, výnosová křivka v každé měně je tvořena 11 vrcholy. Vykazovací měnou bude česká koruna (CZK).

Současné hodnoty peněžních toků v EUR vyjádřené v CZK budou označeny symboly A_1, \dots, A_{11} a současné hodnoty těchto toků hotovosti v USD vyjádřené v CZK budou označeny B_1, \dots, B_{11} , (jde-li o záporné cash flow, příslušné číslo má zápornou hodnotu). Na toto portfolio je možné se dívat jako na syntetický nástroj, jehož současná hodnota je rovna:

$$V = A_1 + \dots + A_{11} + B_1 + \dots + B_{11} \quad (29)$$

a jehož VAR lze spočítat vzorcem:

nepravděpodobné, že by volatility ke dvou různým časovým vrcholům změřené z historických dat vyšly jako stejná čísla.

⁶⁴ Jak již bylo řečeno dříve, předpokládá se v tomto příkladě 24 rizikových faktorů (dvakrát 11 vrcholů výnosové křivky a kurs EUR a USD ke koruně).

$$VAR = V \times Z \times \sigma \times \sqrt{\tau} \quad (1)$$

Jediným obtížnějším momentem v tomto vzorci je správné určení volatility daného syntetického instrumentu.

Použijí se pomocné symboly P_1, \dots, P_{11} pro současné hodnoty toků hotovosti v EUR vyjádřené v EUR, Q_1, \dots, Q_{11} pro současné hodnoty toků hotovosti v USD vyjádřené v USD, E pro kurs EUR vyjádřený v CZK a U pro kurs USD vyjádřený v CZK. Pro "returns" těchto toků hotovosti přibližně platí:

$$\frac{\Delta A_k}{A_k} = \frac{\Delta P_k}{P_k} + \frac{\Delta E}{E} \quad a \quad \frac{\Delta B_k}{B_k} = \frac{\Delta Q_k}{Q_k} + \frac{\Delta U}{U} \quad \text{pro každé } k \in \{1, 2, \dots, 11\} \quad (30)$$

Pro "return" syntetického instrumentu platí:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{A_1}{V} \cdot \frac{\Delta A_1}{A_1} + \dots + \frac{A_{11}}{V} \cdot \frac{\Delta A_{11}}{A_{11}} + \frac{B_1}{V} \cdot \frac{\Delta B_1}{B_1} + \dots + \frac{B_{11}}{V} \cdot \frac{\Delta B_{11}}{B_{11}} \quad (31)$$

V této rovnici bude vyjádřen každý ze zlomků $\frac{\Delta A_k}{A_k}$ a $\frac{\Delta B_k}{B_k}$ pomocí předchozích rovnic.

Výsledkem je: (32)

$$\begin{aligned} \frac{\Delta V}{V} &= \frac{A_1}{V} \cdot \left(\frac{\Delta P_1}{P_1} + \frac{\Delta E}{E} \right) + \dots + \frac{A_{11}}{V} \cdot \left(\frac{\Delta P_{11}}{P_{11}} + \frac{\Delta E}{E} \right) + \frac{B_1}{V} \cdot \left(\frac{\Delta Q_1}{Q_1} + \frac{\Delta U}{U} \right) + \dots + \frac{B_{11}}{V} \cdot \left(\frac{\Delta Q_{11}}{Q_{11}} + \frac{\Delta U}{U} \right) = \\ &= \frac{A_1}{V} \cdot \frac{\Delta P_1}{P_1} + \dots + \frac{A_{11}}{V} \cdot \frac{\Delta P_{11}}{P_{11}} + \frac{B_1}{V} \cdot \frac{\Delta Q_1}{Q_1} + \dots + \frac{B_{11}}{V} \cdot \frac{\Delta Q_{11}}{Q_{11}} + \\ &+ \left(\frac{A_1}{V} + \dots + \frac{A_{11}}{V} \right) \cdot \frac{\Delta E}{E} + \left(\frac{B_1}{V} + \dots + \frac{B_{11}}{V} \right) \cdot \frac{\Delta U}{U} \end{aligned}$$

Na výrazy $\frac{A_1}{V}, \dots, \frac{A_{11}}{V}, \frac{B_1}{V}, \dots, \frac{B_{11}}{V}$ se nyní bude hledět jako na čísla, kdežto na výrazy:

$\frac{\Delta P_1}{P_1}, \dots, \frac{\Delta P_{11}}{P_{11}}, \frac{\Delta Q_1}{Q_1}, \dots, \frac{\Delta Q_{11}}{Q_{11}}, \frac{\Delta E}{E}, \frac{\Delta U}{U}$ jako na náhodné veličiny.

Těchto náhodných veličin je celkem 24, jejich volatility budou označeny jako $\sigma_1, \dots, \sigma_{24}$.

Nyní bude značeno:

$$\begin{aligned} c_1 &= \frac{A_1}{V}, \dots, c_{11} = \frac{A_{11}}{V}, c_{12} = \frac{B_1}{V}, \dots, c_{22} = \frac{B_{11}}{V}, c_{23} = \frac{A_1}{V} + \dots + \frac{A_{11}}{V}, c_{24} = \frac{B_1}{V} + \dots + \frac{B_{11}}{V} \\ X_1 &= \frac{\Delta P_1}{P_1}, \dots, X_{11} = \frac{\Delta P_{11}}{P_{11}}, X_{12} = \frac{\Delta Q_1}{Q_1}, \dots, X_{22} = \frac{\Delta Q_{11}}{Q_{11}}, X_{23} = \frac{\Delta E}{E}, X_{24} = \frac{\Delta U}{U} \end{aligned}$$

Korelaci mezi náhodnými veličinami X_i a X_j se bude značit jako ρ_{ij} .

Náhodná veličina $\frac{\Delta V}{V}$ o směrodatné odchylce σ pak bude vyjádřena jako součet $c_1 X_1 + \dots + c_{24} X_{24}$, kde c_1, \dots, c_{24} jsou čísla, X_1, \dots, X_{24} jsou náhodné veličiny o směrodatných odchylkách $\sigma_1, \dots, \sigma_{24}$.

Platí (podle statistického vzorce pro směrodatnou odchylku lineární kombinace náhodných veličin):

$$\sigma^2 = \sum_{i,j=1}^{24} c_i c_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \quad (33)$$

Tuto sumu lze vyjádřit jako součin matic (což je cenné z praktického výpočetního hlediska, vzhledem ke skutečnosti, že tabulkový kalkulátor s funkcí součin matic je v současnosti běžně k dispozici):

$$\sigma^2 = w^T \cdot COR \cdot w, \quad (28)$$

kde

$$w^T = (c_1 \sigma_1, \dots, c_{24} \sigma_{24})$$

$$COR = (\rho_{ij})_{i,j=1}^{24}$$

a w je transponovaný vektor k vektoru w^T (sloupcový vektor se stejnými složkami, jako jsou složky vektoru w).

Při návratu od c_k a X_k k původnímu značení je pak druhá mocnina volatility (směrodatné odchylky) náhodné veličiny $\frac{\Delta V}{V}$ elegantně vyjádřena jako maticový součin:

$$\sigma^2 = w^T \cdot COR \cdot w \quad (28)$$

kde

$$w^T = \left[\frac{A_1}{V} \cdot \sigma_1, \dots, \frac{A_{11}}{V} \cdot \sigma_{11}, \frac{B_1}{V} \cdot \sigma_{12}, \dots, \frac{B_{11}}{V} \cdot \sigma_{22}, \left(\frac{A_1}{V} + \dots + \frac{A_{11}}{V} \right) \cdot \sigma_{23}, \left(\frac{B_1}{V} + \dots + \frac{B_{11}}{V} \right) \cdot \sigma_{24} \right]$$

$$COR = (\rho_{ij})_{i,j=1}^{24}$$

w je transponovaný vektor k vektoru w^T .

Nyní:

$$VAR^2 = V^2 \cdot \sigma^2 \cdot Z^2 \cdot \tau = V^2 \cdot Z^2 \cdot \tau \cdot (w^T \cdot COR \cdot w) \quad (34)$$

$$VAR = V \cdot Z \cdot \sqrt{\tau} \cdot \sqrt{w^T \cdot COR \cdot w}$$

Následně je výhodné „vtáhnout“ činitel V do vektorů w^T, w , t. zn. vykrátit V oproti jmenovatelům zlomků, které figurují ve složkách vektorů w^T, w .

Získá se vzorec:

$$VAR = Z \cdot \sqrt{\tau} \cdot \sqrt{w_1^T \cdot COR \cdot w_1} \quad (35)$$

kde $w_1^T = [A_1\sigma_1, \dots, A_{11}\sigma_{11}, B_1\sigma_{12}, \dots, B_{11}\sigma_{22}, (A_1 + \dots + A_{11})\sigma_{23}, (B_1 + \dots + B_{11})\sigma_{24}]$

Poslední vhodnou úpravou je „vtáhnout“ členy $z \cdot \sqrt{\tau}$ do vektorů w_1^T, w_1 , v tom případě je získán používaný výpočetní vzorec v následující podobě:

$$VAR = \sqrt{w_2^T \cdot COR \cdot w_2} \quad (28)$$

kde w_2^T má tvar:

$$\left[A_1\sigma_1 z \cdot \sqrt{\tau}, \dots, A_{11}\sigma_{11} z \cdot \sqrt{\tau}, B_1\sigma_{12} z \cdot \sqrt{\tau}, \dots, B_{11}\sigma_{22} z \cdot \sqrt{\tau}, (A_1 + \dots + A_{11})\sigma_{23} z \cdot \sqrt{\tau}, (B_1 + \dots + B_{11})\sigma_{24} z \cdot \sqrt{\tau} \right]$$

Kromě celkového VaR se často souběžně dopočítává i velikosti dílčích přínosů jednotlivých rizikových faktorů k celkovému VaR (tj. zkoumá se, které držené pozice jsou nejvíce rizikové).

Dílčí přínos rizikového faktoru je rozdíl mezi velikostí celkového VaR a velikostí VaR v případě vyloučení daného rizikového faktoru (tj. velikost pozice v daném rizikovém faktoru je nulová). Většinou se počítá separátně pro každý rizikový faktor, přičemž se postupuje podle následujícího vzorce:

$$dílčí\ přínos = VaR_{total} - VaR_{bezfaktor} \quad (36)$$

VaR_{total} je celkový VaR,

$VaR_{bezfaktor}$ je počítán dle stejného vzorce jako celkový VaR, tj. $VAR = \sqrt{w_2^T \cdot COR \cdot w_2}$, nicméně z vektoru w_2^T je však vyloučen příslušný rizikový faktor (tj. pokud je např. počítán rizikový přínos faktoru O/N pro EUR, příslušná složka tohoto vektoru $[A_1\sigma_1 z \cdot \sqrt{\tau}]$ je rovna 0).

Tab. č. 4: Postup výpočtu Value at Risk
(použita metoda variance/covariance)

Krok 1	Výběr rizikových faktorů (včetně stanovení vrcholů výnosové křivky)	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 2	Technická identifikace příslušných rizikových faktorů v externích databázích	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 3	Převzetí časové řady rizikových faktorů do interních databází pro výpočet VaR	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 4	Úprava kuponové výnosové křivky na bezkuponovou („bootstrapping“)	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 5	Doplnění chybějících dat v časové řadě	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 6	Výpočet změny hodnoty rizikových faktorů (tj. výpočet returns)	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 7	Výpočet volatilit	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 8	Výpočet korelací	Převzetí a úprava tržních dat
Krok 9	Přebrání dat ze zdrojové databáze a jejich verifikace	Převzetí a úprava dat o provedených obchodech
Krok 10	Výpočet otevřených pozic v jednotlivých nástrojích	Převzetí a úprava dat o provedených obchodech
Krok 11	Rozložení nástrojů do jednotlivých peněžních toků (v původních měnách)	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 12	Stanovení počtu dní / měsíců do maturity jednotlivých peněžních toků	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 13	Sumace peněžních toků (ve stejné měně se stejným počtem dní/měsíců do maturity)	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 14	Výpočet současné hodnoty jednotlivých sumarizovaných peněžních toků (ocenění)	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 15	Výpočet rozdělovníku	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 16	Rozložení současné hodnoty peněžních toků mezi dva vrcholy výnosové křivky	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 17	Sumace dílčích hodnot přiřazených k jednotlivým vrcholům v jednotlivých měnách	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 18	Velikost sečtených expozic v jednotlivých měnách je převedena z původních měn do měny reportovací – tím je získána tržní hodnota portfolia	Výpočet tržní hodnoty portfolia
Krok 19	Výpočet celkového VaR pomocí upraveného výpočetního vzorce	Výpočet VaR
Krok 20	Výpočet dílčích VaR	Výpočet VaR

Zdroj: vlastní

3.2. Historická simulace

Historická simulace⁶⁵ je, jak již název napovídá, založena na předpokladu, že historické změny hodnot rizikových faktorů budou determinovat budoucí změnu hodnoty portfolia. Z historické řady hodnot rizikových faktorů se vytvoří řada pohybů příslušných faktorů (returns). Jednotlivé pohyby jsou pak přičteny k aktuální hodnotě rizikového faktoru. Tím se získá hypotetické rozložení budoucích hodnot rizikového faktoru. Na základě hypotetického rozložení příštích hodnot daného tržního faktoru se spočítá hypotetické rozložení změn ceny portfolia a z něho se vybere požadovaný percentil. Výhodou je skutečnost, že zde není nutné pracovat s předpokladem o tvaru rozdělení. Na druhé straně ale není korektní převádět jednodenní VaR na delší období pomocí pravidla druhé odmocniny, a to právě z toho důvodu, že tvar rozdělení není znám⁶⁶.

Princip je možné ukázat na zjednodušeném příkladě, kdy portfolio je funkcí jednoho tržního faktoru (TF).

Je dána historická řada pozorovaných hodnot tohoto tržního faktoru $TF^0, TF^1, TF^2, TF^3, \dots, TF^S$ (číslováno od aktuálního dne nazpátek). Z této řady se vytvoří řada pohybů (returns) tohoto tržního faktoru. Tyto returny se poté aplikují na aktuálně platnou hodnotu tržního faktoru, čímž se získá hypotetické rozložení příštích hodnot tohoto tržního faktoru.

Co znamená aplikace historického pohybu na nynější hodnotu tržního faktoru? Necht' aktuální hodnota je TF^0 a hodnoty ve dnech i a $i+1$ jsou TF^i a TF^{i+1} . Aplikace tohoto pohybu na aktuální hodnotu tržního faktoru znamená předpokládat, že pohyb mezi zítřejším a dnešním dnem bude stejný, jako byl v minulosti pohyb mezi dnem i a dnem $i+1$.

V případě historické simulace je možné využít všech tří typů rizikových faktorů (tj. absolutních pohybů, relativních pohybů i logaritmických pohybů). Při vlastním výpočtu je mezi různými typy pohybů rizikových faktorů třeba rozlišovat.

V případě absolutních pohybů vypadá postup následovně. Pohyb mezi dnem i a dnem $i+1$ byl $TF^i - TF^{i+1}$. Jestliže pohyb mezi zítřejším a dnešním dnem měl být stejný jako mezi dny i a $i+1$, potom by pro zítřejší hodnotu TF^Z muselo platit:

$$\begin{aligned} TF^Z - TF^0 &= TF^i - TF^{i+1}, \text{ tzn.} \\ TF^Z &= TF^0 + (TF^i - TF^{i+1}). \end{aligned} \tag{37}$$

⁶⁵ Pro detailnější popis postupu viz např. Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8 nebo Dowd Kevin: Beyond Value at Risk: the new science of risk management, Chichester, John Wiley & Sons, 1998, 274 p., ISBN 0-471-97622-9

⁶⁶ Bliže viz stat' Danielsson J. and J Zigrand: "On time-scaling of risk and the square-root-of-time rule", Journal of Banking and Finance, vol 30, 2006, pp 2701–2713., ISSN: 0378-4266

Termínem „aplikace pohybu na aktuální hodnotu tržního faktoru“ je pak v kontextu absolutních pohybů myšleno přičtení historického pohybu k aktuální hodnotě tržního faktoru.

V případě relativních pohybů je pohyb mezi dnem i a dnem $i+1$ stanoven jako:

$$\frac{TF^i - TF^{i+1}}{TF^{i+1}}. \quad (38)$$

Jestliže by pohyb mezi zítřejším a dnešním dnem měl být stejný, jako byl v minulosti pohyb mezi dny i a $i+1$, potom by pro zítřejší hodnotu TFZ muselo platit:

$$\begin{aligned} \frac{TF^Z - TF^0}{TF^0} &= \frac{TF^i - TF^{i+1}}{TF^{i+1}}, & \text{a tedy:} \\ TF^Z &= TF^0 + TF^0 \cdot \frac{TF^i - TF^{i+1}}{TF^{i+1}} = TF^0 \cdot \left(1 + \frac{TF^i - TF^{i+1}}{TF^{i+1}} \right) = TF^0 \cdot \frac{TF^i}{TF^{i+1}} \end{aligned} \quad (39)$$

Termínem „aplikace pohybu na aktuální hodnotu tržního faktoru“ je v kontextu relativních pohybů chápáno vynásobení aktuální hodnoty tržního faktoru podílem dvou po sobě jdoucích historických hodnot tohoto tržního faktoru.

A konečně v případě logaritmických pohybů tržních faktorů je za pohyb mezi dnem i a dnem $i+1$ považován:

$$\ln \frac{TF^i}{TF^{i+1}} \quad (40)$$

Jestliže by pohyb mezi zítřejším a dnešním dnem měl být stejný jako byl v minulosti pohyb mezi dny i a $i+1$, potom by pro zítřejší hodnotu TFZ muselo platit:

$$\begin{aligned} \ln \frac{TF^Z}{TF^0} &= \ln \frac{TF^i}{TF^{i+1}} & \text{a tedy} \\ TF^Z &= TF^0 \cdot \frac{TF^i}{TF^{i+1}} \end{aligned} \quad (41)$$

Z výše uvedeného plyne, že aplikace pohybu na aktuální hodnotu tržního faktoru vychází stejným způsobem pro relativní i logaritmické pohyby.

V případě absolutních pohybů rizikových faktorů je tedy k dispozici historická řada rozdílů v níže uvedeném tvaru:

$$\begin{aligned} &TF^0 - TF^1 \\ &TF^1 - TF^2 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &TF^{S-1} - TF^S \end{aligned} \quad (42)$$

zatímco v případě relativních (a logaritmických) pohybů je k dispozici historická řada podílů ve tvaru:

$$\begin{aligned} & \frac{TF^0}{TF^1} \\ & \frac{TF^1}{TF^2} \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & \frac{TF^{S-1}}{TF^S} \end{aligned} \tag{43}$$

Rozložení hypotetických změn ceny portfolia vypadá v případě absolutních pohybů takto:

$$\begin{aligned} & PV\left(TF^0 + (TF^0 - TF^1)\right) - PV(TF^0) = \Delta PV^0 \\ & PV\left(TF^0 + (TF^1 - TF^2)\right) - PV(TF^0) = \Delta PV^1 \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & PV\left(TF^0 + (TF^{S-1} - TF^S)\right) - PV(TF^0) = \Delta PV^{S-1} \end{aligned} \tag{44}$$

a v případě relativních pohybů následovně:

$$\begin{aligned} & PV\left(TF^0 \cdot \frac{TF^0}{TF^1}\right) - PV(TF^0) = \Delta PV^0 \\ & PV\left(TF^0 \cdot \frac{TF^1}{TF^2}\right) - PV(TF^0) = \Delta PV^1 \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & PV\left(TF^0 \cdot \frac{TF^{S-1}}{TF^S}\right) - PV(TF^0) = \Delta PV^{S-1} \end{aligned} \tag{45}$$

Hypotetické změny ceny portfolia se následně seřadí sestupně od nejlepších k nejhorším a z daného rozložení těchto změn se vybere příslušný 99 % (případně jiný) kvantil, který tak vlastně určí hodnotu VaR.

Tab. č. 5: Postup výpočtu Value at Risk pomocí historické simulace

Krok 1	Převzetí a úprava tržních dat (v zásadě totožné s kroky 1 až 5 v tab. č. 4)
Krok 2	Převzetí a úprava dat o vybraném portfoliu
Krok 3	Vybrané portfolio otevřených pozic se ocení aktuálními cenami
Krok 4	Výpočet změny hodnoty rizikových faktorů (tj. výpočet returns)
Krok 5	Přiřazení historických změn rizikových faktorů k aktuální hodnotě portfolia
Krok 6	Získá se tak požadovaný počet (typicky mezi 500 až 1000) budoucích hodnot (většinou zítřejších) vybraného portfolia
Krok 7	Odečet dnešní hodnoty portfolia vybraných nástrojů od každé nasimulované zítřejší hodnoty portfolia
Krok 8	Sestupné seřazení výsledných zisků/ztrát
Krok 9	Výběr požadovaného kvantilu, tj. stanovení hodnoty VaR

Zdroj: vlastní

3.3. Monte Carlo simulace

Monte Carlo simulace⁶⁷ je vlastně určitou obdobou historické simulace, ovšem s tím rozdílem, že namísto reálných historických dat se použijí data nasimulovaná podle předem stanovených pravidel.

Metoda pracuje s náhodným vektorem pohybů tržních faktorů s tím, že jsou známy volatility a korelace jeho složek. Následně se pak simuluje zvolený počet realizací tohoto náhodného vektoru (zpravidla 10 000). V návaznosti na rozložení realizací tohoto náhodného vektoru je vytvořeno rozložení změn ceny portfolia a z něho se opět vezme požadovaný percentil.

Předpokladem metody je opět normální rozdělení pohybů tržních faktorů, není zde však zabudován předpoklad lineárního vztahu mezi změnou hodnoty rizikového faktoru a změnou hodnoty portfolia. To je také důvod, proč se Monte Carlo simulace často využívají u portfolií s nelineární rizikovou charakteristikou, typicky např. u opcí.

V případě opcí často oceňovací model předpokládá určitý typ chování podléhajícího tržního faktoru, které je popsáno tzv. stochastickou diferenciální rovnicí. Pokud tomu tak je, pak se často provádí Monte Carlo simulace trajektorie vývoje hodnoty podléhajícího tržního faktoru s využitím příslušné stochastické diferenciální rovnice.

Určitým problémem a omezením Monte Carlo simulace je skutečnost, že pro odlišné typy produktů je nutno použít odlišné podložené rovnice popisující pohyb jejich výnosů (tj. použitá rovnice pro akcie není použitelná např. pro dluhopisy).

⁶⁷ Pro bližší pochopení metody viz např. Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8, případně Dowd Kevin: Beyond Value at Risk: the new science of risk management, Chichester, John Wiley & Sons, 1998, 274 p., ISBN 0-471-97622-9

Jinak řečeno, pro každý typ nebo každou skupinu produktů je nutno vytvořit de facto vlastní model, což je náročné jak z hlediska tvorby takovýchto modelů (použitý matematický aparát je velmi složitý), tak i z hlediska strojového času nutného pro výpočet. Z výše uvedeného důvodu se Monte Carlo simulace zatím v praxi používá jen pro omezený počet nástrojů, VaR pro ostatní nástroje se dopočítává historickou simulací či přístupem variance/covariance.

Postup výpočtu VaR pomocí Monte Carlo simulace lze relativně jednoduše dokumentovat na příkladu evropských opcí (tj. opcí, které mohou být uplatněny pouze v den jejich splatnosti) vytvořených na podložené portfolio akcií⁶⁸.

Základním krokem je výběr stochastická diferenciální rovnice⁶⁹, jejíž diskreditace popisuje změnu ceny akcie v čase. V odborné literatuře⁷⁰ je pro akcie doporučována následující rovnice včetně postupu její úpravy do výpočetního tvaru:

$$dS_t = rS_t dt + \sigma S_t dB_t, \quad (46)$$

kde S je cena akcie, t je čas a B značí Braunův pohyb. Pokud by však byl simulován vývoj ceny akcie, hrozí riziko, že může dojít k nasimulování záporných cen akcií, což je z ekonomického úhlu pohledu nerealistické. Proto se tento problém řeší tak, že namísto vývoje ceny akcie se simuluje vývoj logaritmu ceny akcie a rovnice je upravena do tvaru:

$$d \ln S_t = \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) dt + \sigma dB_t \quad (47)$$

Rovnice je následně upravována:

- člen $d \ln S_t$ je nahrazen členem $\Delta \ln S_t = \ln S_{t+\Delta t} - \ln S_t = \ln \frac{S_{t+\Delta t}}{S_t}$
- člen dt je nahrazen členem Δt
- člen dB_t je nahrazen členem $\varepsilon \cdot \sqrt{\Delta t}$, kde ε je výběr z rozdělení $N(0,1)$

⁶⁸ Tento způsob výpočtu byl použit v interním VaR modelu ČNB, viz Zeman D., Schutz T., Špaček E.: VaR model pro portfolio opcí na akcie založený na Monte Carlo simulaci, interní materiál České národní banky, Praha, 2004, 38 s.

⁶⁹ Stochastická diferenciální rovnice je rovnice typu:

$$dX_t = A_t^1 dt + A_t^2 dB_t, \quad t \in \langle 0, T \rangle$$

kde X_t - neznámý stochastický proces,

$A_1 t, A_2 t$ - koeficienty, které mohou být vyjádřeny buď jako nějaké známé stochastické procesy nebo jako funkce neznámého stochastického procesu X_t , přičemž tyto koeficienty nemohou být úplně libovolné, ale musí splňovat určité předpoklady,

a B_t je Brownův pohyb (Wienerův proces), tj. speciální typ stochastického procesu.

Předpokládá se, že první člen rovnice (tzv. drift term) udává dlouhodobý trend, zatímco druhý člen (diffusion term, Ito's term) udává náhodné odchylky od tohoto trendu.

⁷⁰ Např. Jorion Phillipe: Value at risk: the new benchmark for controlling market risk, 1997, Chicago, Irwin, 332 p, ISBN 0-7863-0848-6

Simulace pak má podobu:

$$\ln S_{t_{k+1}} - \ln S_{t_k} = \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \quad (48)$$

Po úpravě je k dispozici výpočetní tvar rovnice:

$$S_{t+\Delta t} = S_t \cdot \exp \left(\left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right) \quad (49)$$

V této rovnici S_t značí aktuální cenu akcie, Δt vybraný časový interval, σ je volatilita změny ceny akcie, r je „bezriziková“ spojitá úroková míra a ε je normálně rozložený náhodný vektor s předem předepsanou kovarianční maticí.

Vzhledem ke skutečnosti, že predikce VaR je prováděna, stejně jako v jiných případech s jednodenním výhledem, je většinou volena jednodenní změna ceny akcie v čase. Vybraný časový horizont se pak dále rozděluje na kratší intervaly, ke kterým se postupně počítají změny ceny akcií (Δt).

Výběr jejich počtu je otázkou kompromisu. Čím větší počet intervalů bude zvolen, tím přesnější je odhad změny ceny akcie na straně jedné, avšak prudkou řadou narůstá počet nutných výpočetních kroků a tím i čas výpočtu na straně druhé. V praxi se počet intervalů pohybuje mezi (minimálně) pěti až (maximálně) deseti.

Na základě výše zmíněné rovnice je pak provedena simulace jednodenní změny cen portfolia akcií a získá se tak příslušný počet (tj. většinou 10 000) zítřejších hodnot portfolia akcií. Simulací se typicky provádí 10 000, neboť nižší počet simulací vede k významně nepřesným odhadům, naopak vyšší počet významným způsobem zvyšuje strojový čas nutný pro výpočet velikosti podstupovaného rizika.

Aby bylo možné simulaci provést, musí být k dispozici (tj. musejí se dopočítat, případně převzít z externích zdrojů) nejprve určité vstupní parametry, zejména spojitá úroková míra a dále volatilita a vzájemná korelace cen akcií.

Pokud se týká volatilit změn cen akcií a korelací mezi nimi, většinou se postupuje stejným způsobem, jako byl popsán v případě přístupu variance/covariance.

V případě úrokové míry, vzhledem ke skutečnosti, že Black-Scholasův model, který bude později použit k ocenění portfolia opcí, má ve svých předpokladech zabudováno spojené úročení, je vhodné provést úpravu bezkuponové výnosové křivky⁷¹ na spojitě úročení.

⁷¹ Způsob stanovení této křivky byl popsán v kapitole o přístupu variance/covariance.

Postupuje se tak, že výnosová křivka složeného úročení je pomocí tzv. bootstrappingu převedena na bezkuponovou křivku a jsou přesně spočteny její vrcholy i_1, \dots, i_N , přičemž hodnoty mezi přesně spočtenými vrcholy jsou stanoveny lineární interpolací.

Jestliže i_T je vrchol výnosové křivky složeného úročení pro čas T , investice uskutečněná v okamžiku $t = 0$ se k času T zhodnotí tak, že její počáteční hodnota se vynásobí koeficientem $(1 + i_T)^T$; v situaci, kdy by se investice měla zhodnotit ve stejné výši, ale při spojitém úročení, by počáteční hodnota investice byla násobena číslem $e^{r_T T}$, přičemž mezi čísly i_T a r_T by platil vztah $(1 + i_T)^T = e^{r_T T}$; odtud je získáno:

$$r_T = \ln(1 + i_T). \quad (50)$$

Při konstrukci výnosové křivky spojitého úročení ze znalosti bezkuponové křivky jsou určeny jednotlivé vrcholy této křivky r_1, \dots, r_N ze vztahů:

$$\begin{aligned} r_1 &= \ln(1 + i_1) \\ &\vdots \\ r_N &= \ln(1 + i_N) \end{aligned} \quad (51)$$

Mezi jednotlivými vrcholy r_1, \dots, r_N je pak provedena lineární interpolace.

Vzhledem k faktu, že se jedná o portfolio akcií, nikoli jednu akcií, je dále nutné provést výpočet normálně rozloženého náhodného vektoru s předem předepsanou kovarianční maticí. Tato kovarianční matice by se měla rovnat korelační matici logaritmických pohybů cen akcií. Obvyklý postup výpočtu tohoto náhodného vektoru je následující:

Nejprve jsou vybrána dvě náhodná čísla (N_1 a N_2) z rovnoměrného rozložení na intervalu $\langle 0,1 \rangle$, většinou se používají generátory náhodných čísel (např. z Excelu).

Tato vybraná (nenulová) čísla jsou následně pomocí tzv. Box–Mullerovy transformace převedena na čísla, která jsou též nezávislá, ale mají normované normální rozdělení.

$$\begin{aligned} Z_1 &= \sqrt{-2 \ln(N_1)} \cos(2\pi N_2) \\ Z_2 &= \sqrt{-2 \ln(N_1)} \sin(2\pi N_2) \end{aligned} \quad (52)$$

Čísla Z_1 a Z_2 jsou potom dvě nezávislé náhodné veličiny s normovaným normálním rozdělením. Box–Mullerova transformace se provede vícekrát (podle počtu opcí v portfoliu), aby k dispozici byl dostatečný počet nezávisle proměnných. V případě lichého počtu opcí se v posledním propočtu využije jen Z_1 .

Pomocí postupu zvaného Choleského dekompozice⁷² se pak vypočte náhodný vektor s předem předepsanou kovarianční maticí. Nejprve se spočítají denní kovariance mezi jednotlivými akciemi, obdobně jako v přístupu variance/covariance. Následně se z této kovarianční matice provede pomocí Choleského rozkladu výpočet dolní trojúhelníkové matice (L). Choleského rozklad vycházející z kovarianční matice je následně upraven na rozklad vycházející z korelační matice a to tak, že původní Choleského matice L je vynásobena diagonální maticí typu $n \times n$, na jejíž diagonále jsou prvky:

$$\frac{1}{\sigma_1}, \dots, \frac{1}{\sigma_n}.$$

kde σ je volatilita jednotlivých akcií. Nově vytvořenou matici je pak nutné vynásobit vypočtenými náhodnými veličinami s normovaným normálním rozdělením (Z).

Výsledkem je pak vytvoření normálně rozloženého náhodného vektoru s předem předepsanou kovarianční maticí, která se rovná korelační matici logaritmických pohybů cen akcií.

Následně je možné začít simulovat budoucí ceny akcií. Jak již bylo řečeno, simulace probíhá na základě následující rovnice:

$$S_{t+\Delta t} = S_t \cdot \exp\left(\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t}\right) \quad (53)$$

Každá simulace pak má takový počet kroků, kolik bylo zvoleno časových intervalů (pokud například bylo zvoleno pět intervalů, rovnice bude počítána pro každý interval, tj. pětkrát. V prvním kroku bude stanovena cena akcie za 1/5 dne, druhém za 2/5 dne a po pátém kroku je k dispozici za celý den).

Pro každý krok simulace je nutné znovu spočítat normálně rozložený náhodný vektor s předem předepsanou kovarianční maticí (obvykle značený jako epsilon). Pokud je tedy zvolený počet simulací 10 000 (a bylo vybráno pět časových intervalů), znamená to, že je nutné provést $3 \times 5 \times 10\,000$ výpočetních úkonů, tj. celkem 150 000 úkonů pro získání zítřejší ceny jedné akcie.

Poté, co jsou k dispozici nasimulované ceny akcií, je možné na základě těchto vypočtených cen akcií provést pomocí vybraného oceňovacího vzorce výpočet hodnoty

⁷² Obecně je potřeba vytvořit náhodný vektor s předem předepsanou kovarianční maticí. Využívá se věta, podle které jestliže pro náhodné vektory Z, Y platí $Y = L \cdot Z$, kde L je číselná matice, potom mezi kovariančními maticemi vektorů Z, Y je vazba $\text{COV}Y = L \cdot \text{COV}Z \cdot L^T$. Jinými slovy, jestliže Z je náhodný vektor $n \times n$ s komponentami $N(0,1)$, které jsou navzájem nezávislé, a L číselná matice $n \times n$, potom náhodný vektor $Y = L \cdot Z$ má kovarianční matici $L \cdot I \cdot L^T = L \cdot L^T$. Tedy k předem dané kovarianční matici A je třeba najít matici L tak, aby se rovnalo $A = L \cdot L^T$. Teoreticky sice existuje více možností, jak tento rozklad provést, Choleského dekompozice však v současnosti patří v praxi mezi převažující.

portfolia opcí pro každou simulaci (tj. k dispozici bude 10 000 hodnot portfolia opcí). V případě portfolia evropských opcí se používá Black–Scholesův oceňovací vzorec⁷³, tj.

$$BS(S_t, X, \sigma, r, T-t) = S_t N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (54)$$

pro call opci a

$$BS(S_t, X, \sigma, r, T-t) = Xe^{-r(T-t)} N(-d_2) - S_t N(-d_1)$$

pro put opci, kde v obou případech

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

kde

- $N(d)$ je distribuční funkce normálního normalizovaného rozdělení,
- X je realizační cena opce,
- r je spojitá úroková míra k datu realizace opce,
- σ je volatilita dané akcie,
- T čas maturity opce (ve dnech),
- t čas, ke kterému je prováděn výpočet (tj. 1 den),
- S_t je simulovaná cena akcie.

Následně se od každé nasimulované zítřejší hodnoty portfolia opcí odečte dnešní hodnota vybraného opčního portfolia. Jinými slovy pro každý krok simulace se provede porovnání mezi hodnotou zítřejší hodnotou portfolia opcí spočtenou na základě simulace a aktuální hodnotou portfolia a spočítá se potenciální ztráta či zisk ze změny hodnoty portfolia :

⁷³ Black-Scholesův model byl vyvinut právě pro ocenění evropské opce na bezdividendovou akcii. V případě amerických opcí lze tento model použít jen na akciové call opce, neboť ty jsou oceňovány stejným vzorcem jako evropské call opce (a lze tedy na ni provést simulaci Monte Carlo naprosto stejným způsobem). Pro ocenění americké put opce na bezdividendovou akcii neexistuje analytická formule, existují pouze přibližné aproximační postupy a nelze tedy provést její ocenění pomocí Black Scholesova modelu. Blíže viz např. Hull John C.: Options, futures, and other derivatives, 7th ed., Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, 2009, 822 p., ISBN 978-0-13-601586-4.

$$\begin{aligned}
& \sum_{j=1}^k BS\left(S_{t_n}^{1,j}, X_j, \sigma_j, r, T-t_n\right) - \sum_{j=1}^k BS\left(S_0^j, X_j, \sigma_j, r, T-0\right) \\
& \sum_{j=1}^k BS\left(S_{t_n}^{2,j}, X_j, \sigma_j, r, T-t_n\right) - \sum_{j=1}^k BS\left(S_0^j, X_j, \sigma_j, r, T-0\right) \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& \sum_{j=1}^k BS\left(S_{t_n}^{p,j}, X_j, \sigma_j, r, T-t_n\right) - \sum_{j=1}^k BS\left(S_0^j, X_j, \sigma_j, r, T-0\right)
\end{aligned} \tag{55}$$

Výsledné hodnoty se sestupně seřadí od nejlepších k nejhorší (stejně jako v případě historické simulace), odečte se požadovaný kvantil, např. 99 % (tj. 100 nejhorších) a tím je vypočítán VaR portfolia opcí.

Tab. č. 6: Postup výpočtu Value at Risk pomocí Monte Carlo simulace
(evropská opce na akcie)

Krok 1	Výběr nástrojů, pro které bude model použit (evropské opce na akcie)
Krok 2	Výběr a úprava rovnice popisující pohyb výnosů vybraných nástrojů (stochastická diferenciální rovnice)
Krok 3	Převzetí a úprava tržních dat, tj. cen akcií, měnového kursu a výnosové křivky (totožné s kroky 1 až 8 v tab. č. 4)
	Převzetí a úprava dat o portfoliu akcií a aktuálním opčním portfoliu
Krok 4	Volba časového horizontu simulace (1 den) a počtu intervalů v tomto horizontu (5)
Krok 5	Volba počtu simulací (typicky 10 000)
Krok 6	Výpočet normálně rozloženého náhodného vektoru s předem předepsanou kovarianční maticí
Krok 7	Výpočet zítřejší hodnoty portfolia akcií. Počet hodnot závisí na zvoleném počtu simulací.
Krok 8	Výpočet zítřejších hodnoty portfolia akciových opcí pro každou simulaci (pomocí Black-Scholesova oceňovacího vzorce)
Krok 9	Odečet dnešní hodnoty portfolia akciových opcí od každé nasimulované zítřejší hodnoty portfolia
Krok 10	Sestupné seřazení výsledných zisků/ztrát
Krok 11	Výběr požadovaného kvantilu, tj. stanovení hodnoty VaR

Zdroj: vlastní

4. Kapitálové požadavky k tržnímu (a specifickému) riziku

Banky a ostatní finanční instituce (obchodníci s cennými papíry, spořitelní a úvěrová družstva a do určité míry i pojišťovny) jsou povinny, a to v rámci celé Evropské unie, dodržovat pravidla kapitálové přiměřenosti⁷⁴.

Jak již bylo dříve zmíněno, základním principem kapitálové přiměřenosti je skutečnost, že jsou stanovena rizika, která banka podstupuje, a následně je u jednotlivých podstupovaných rizik vyhodnocena potenciální ztráta, přičemž postup vyhodnocení této potenciální ztráty je stanoven regulatorně. Velikost takto odhadnuté ztráty je kapitálovým požadavkem. Výsledné kapitálové požadavky pak musí být kryty vlastním kapitálem banky.

Pro účely kapitálové přiměřenosti je portfolio banky členěno na dvě části – bankovní portfolio (banking book) a obchodní portfolio (trading book). Veškeré nástroje, které banka vede ve svém účetnictví, případně v jiné prokazatelné evidenci, je nutno rozčlenit a zařadit buďto do jednoho, nebo do druhého portfolio (skutečností ovšem je, že rozdělení nástrojů na obchodní a bankovní portfolio banky již dříve používaly a nadále používají pro své interní účely).

Do obchodního portfolio spadají nástroje, které jsou drženy za účelem dosažení předpokládaného zisku v krátkodobém časovém horizontu. Jinými slovy banka je drží se záměrem obchodovat⁷⁵ s nimi (např. nákup cizí měny a její následný odprodej za výhodnější kurs, krátký prodej cenného papíru atd.), případně s cílem zajišťovat jiné části obchodního portfolio. V zásadě se jedná o nástroje, které jsou obchodovány obchodním útvarem (dealingem) na vlastní účet a v rámci schválených limitů.

Naopak do bankovního portfolio se zařazují nástroje, které jsou bankou drženy do splatnosti či dlouhodobě (např. úvěry), respektive zařazují se sem nástroje, které není možné zařadit do portfolio obchodního.

Přesuny nástrojů mezi obchodním a bankovním portfolio (a naopak) jsou sice možné, musí však být v souladu se strategií banky pro zařazování nástrojů do jednotlivých portfolio, musí být také v souladu s účetními postupy a přesuny musí být dokumentované a zdůvodněné.

⁷⁴ Tuto povinnost na evropské úrovni ukládají nařízení European Parliament and of the Council: Directive 2006/48/EC relating to the taking up and pursuit of the business of credit institution, Official Journal of the European Union, 2006, a European Parliament and of the Council: Directive 2006/49/EC on the capital adequacy of investment firms and credit institution, Official Journal of the European Union, 2006, které byly do českého právního rámce transponovány Vyhláškou č. 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry.

⁷⁵ Za záměr obchodovat se považuje krátkodobý opětovný prodej nebo záměr využít skutečných či očekávaných krátkodobých rozdílů mezi kupní a prodejní cenou nebo jiných výkyvů v ceně.

Příčinou, která vede k rozdělení nástrojů do dvou separátních portfolií, je odlišný charakter podstupovaného rizika v každém z těchto portfolií⁷⁶.

V bankovním portfoliu převažuje u nástrojů kreditní riziko, které je navíc podstupované dlouhodobě. Tržní riziko je zde pokládáno za nižší právě z důvodu dlouhodobé držby nástrojů (např. pokud banka drží nakoupený dluhopis do splatnosti, nejsou pro ni relevantní tržní výkyvy v jeho ceně, pouze schopnost emitenta splatit jednotlivé kupony a závěrečnou jistinu).

Naopak v obchodním portfoliu převažuje tržní riziko, kreditní riziko má díky předpokládanému odprodeji nástrojů spíše krátkodobý charakter. Odlišný charakter rizika v jednotlivých portfoliích pak má logicky za následek rozdíly v počtu a způsobu stanovení kapitálových požadavků.

Rozdíl je i v dalším zacházení s nástroji v jednotlivých portfoliích. V obchodním portfoliu, na rozdíl od portfolia bankovního, jsou banky např. povinny přeceňovat nástroje na denní bázi, a to pomocí tržních cen, případně modelů s tržních cen vycházejících⁷⁷.

V případě tržního rizika (market risk) jsou podle současně platných pravidel kapitálové přiměřenosti kapitálové požadavky stanovovány pro měnové riziko (currency risk, FX risk), komoditní riziko (commodity risk), úrokové riziko (interest rate risk) a akciové riziko (equity risk).

V případě měnového a komoditního rizika se nerozlišuje, zdali je nástroj v obchodním nebo v bankovním portfoliu. Kapitálové požadavky se v případě těchto rizik stanovují v obou dvou portfoliích stejným způsobem.

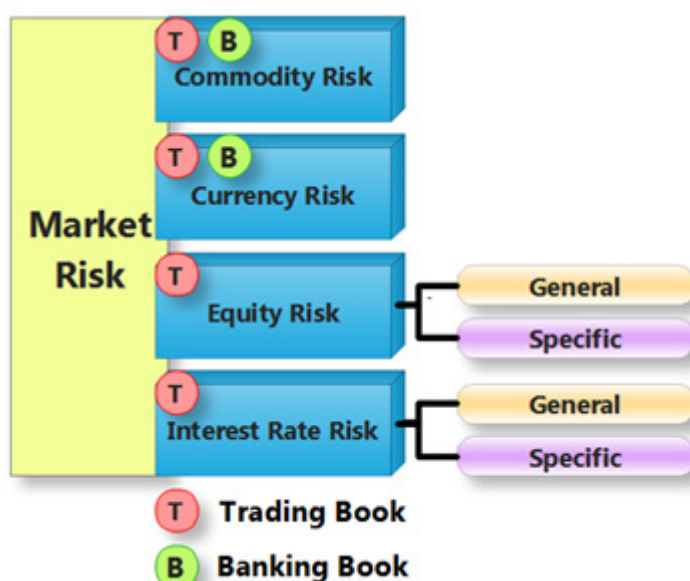
V případě úrokového a akciového rizika se kapitálové požadavky stanovují jen pro nástroje zařazené do obchodního portfolia. Navíc se kapitálový požadavek u těchto rizik rozpadá na kapitálový požadavek k obecnému riziku a k riziku specifickému⁷⁸.

⁷⁶ Pro úplnost je třeba poznamenat, že v případě, kdy je obchodní portfolio malé, může banka stanovovat kapitálové požadavky k nástrojům v tomto portfoliu stejně jako k nástrojům zařazeným do bankovního portfolia. Portfolio je považováno za malé, pokud podíl transakcí zařazených do obchodního portfolia zpravidla nepřesahuje 5 % celkových transakcí banky (nebo částku 15 milionů EUR) a zároveň podíl transakcí zařazených do tohoto portfolia nikdy nepřesahuje 6 % celkových transakcí banky (nebo částku 20 milionů EUR).

⁷⁷ Viz Vyhláška č. 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry

⁷⁸ Pro připomenutí: obecné riziko je riziko nepříznivého pohybu cen nástrojů souvisejícího s hodnocením ekonomického prostředí účastníky trhu. Jedná se o změnu tržní hodnoty nástrojů v důsledku volatility tržních sazeb. Oproti tomu specifické riziko je naopak riziko nepříznivého pohybu cen nástrojů souvisejícího s hodnocením emitenta účastníky trhu. Jedná se sice o změnu tržní hodnoty obchodovaných nástrojů (především cenných papírů), nikoli ale v důsledku volatility tržních sazeb, ale v důsledku změny úvěrové kvality emitenta.

Tab. č. 7: Přehled kapitálových požadavků k tržním rizikům



Zdroj: vlastní dle Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004

Pro stanovení kapitálových požadavků je v případě tržního rizika (a to včetně specifického rizika) možné vybrat si jednu ze dvou možností: standardizovaný přístup nebo VaR přístup.

4.1. Standardizovaný přístup

V případě standardizovaného přístupu je výpočet kapitálového požadavku detailně popsán regulátorem⁷⁹ a banka má minimální možnost využít vlastní interní odhady.

Obecně se postupuje tak, že se nejprve stanoví otevřené pozice vůči příslušným rizikovým faktorům. Výběr rizikových faktorů i způsob rozkladu nástrojů do pozic je regulatorně určen. Následně je pak otevřená pozice vynásobena regulatorně fixně stanoveným koeficientem, který vlastně nahrazuje volatilitu podloženého rizikového faktoru.

Technicky se pak způsob výpočtu příslušných kapitálových požadavků modifikuje dle povahy jednotlivých podstupovaných rizik (a také podle historicky převládající praxe)⁸⁰.

V případě měnového rizika banka nejprve rozčlení své nástroje do pozic vůči jednotlivým měnám. Poté jsou pak všechny pozice v dané měně rozděleny na dlouhé a krátké. Dále se sečtou odděleně dlouhé pozice v příslušné měně a odděleně krátké pozice v příslušné

⁷⁹ V ČR Vyhláška č. 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry.

⁸⁰ V případě komoditního rizika vzhledem k jeho nízké významnosti v českém bankovním sektoru nebude pro toto riziko technický postup výpočtu uveden.

měně. Od součtu dlouhých pozic se odečte součet krátkých pozic a výsledkem je tzv. čistá měnová pozice v dané měně (může být dlouhá nebo krátká).

Nakonec se stanoví celková měnová pozice, což vlastně není nic jiného než větší hodnota ze součtu všech dlouhých čistých měnových pozic nebo součtu absolutních hodnot krátkých čistých měnových pozic. Kapitálový požadavek k měnovému riziku je pak roven 8 % z velikosti celkové měnové pozice.

V případě obecného úrokového rizika je umožněno nejprve kompenzovat opačné nástroje (tj. nástroje, které jsou totožné nebo téměř totožné, a banka je zároveň jeden takovýto nástroj prodala a druhý koupila). Zbylé nástroje banka rozloží do úrokových pozic a následně si vybere si postup výpočtu. Postup výpočtu závisí na tom, zdali jsou pozice zařazovány dle zbytkové splatnosti/data přecenění či zda jsou zařazovány dle modifikované durace. Jednotlivé úrokové pozice pak zařadí do 13 časových pásem dle zbytkové splatnosti (nebo dle modifikované durace, pak je časových pásem 15).

V každém časovém pásmu se jednotlivé pozice vynásobí regulatorně stanovenými koeficienty. V příslušném časovém pásmu se pak nejprve sečtou odděleně dlouhé a odděleně krátké vážené pozice a následně se od součtu dlouhých pozic se odečte součet krátkých pozic (jinými slovy provede se tzv. kompenzace).

Výsledkem je, že v každém časovém pásmu existuje jedna pokrytá (kompenzovaná) pozice a případně druhá otevřená (zbytková) pozice. Časová pásma se pak zařadí do tří časových zón a pokračuje se obdobným způsobem v kompenzacích mezi jednotlivými zónami. Jednotlivé kompenzované pozice i výsledná nekompenzovaná pozice se poté vynásobí regulatorně stanovenými koeficienty. Důvodem, proč potenciální riziko představují i kompenzované pozice, je skutečnost, že úrokové pozice v jednotlivých pásmech nemusí mít stejnou splatnost, nejsou tedy perfektně kompenzovány a v pásmu zůstává zbytkové úrokové riziko.

Jednotlivé hodnoty se následně sečtou a výsledek tohoto součtu je pak roven kapitálovému požadavku k obecnému úrokovému riziku.

Jak již bylo dříve řečeno, specifické úrokové riziko mají pouze dluhové cenné papíry a deriváty na tyto dluhové cenné papíry, tudíž kapitálový požadavek bude počítán jen z pozic vyplývajících z takovýchto nástrojů⁸¹.

⁸¹ Specifické riziko je na pomezí tržního a kreditního rizika. V ČR ho dle Vyhlášky č. 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry banky vykazují jako součást kreditního rizika obchodního portfolia, ve státech západní Evropy (např. Německo, Velká Británie) je v souladu s terminologií Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital

Stejně jako u obecného úrokového rizika je i v případě specifického úrokového rizika možné provést kompenzaci opačných úrokových nástrojů, stejným způsobem se také stanovují úrokové pozice.

Na rozdíl od obecného úrokového rizika se však výsledné úrokové pozice již nekompenzují, kapitálový požadavek se stanovuje k dlouhým i krátkým pozicím (dlouhá pozice je ohrožena poklesem ceny papíru, krátká naopak vzestupem ceny). Absolutní hodnota pozice se následně vynásobí regulatorně stanoveným koeficientem⁸², jednotlivé hodnoty se sečtou a výsledný součet je roven kapitálovému požadavku ke specifickému úrokovému riziku.

V případě obecného akciového rizika je také možné nejprve kompenzovat dlouhé a krátké pozice ve stejných nástrojích. Zbylé nástroje, respektive akciové pozice z nich vyplývající se poté zařadí do příslušných národních trhů (buďto podle státu emitenta, nebo podle místa obchodování). Akciové indexy je možno rozložit na jednotlivé tituly nebo s nimi zacházet jako se samostatnými nástroji

Následně se stanoví čistá pozice národního trhu. Čistá pozice národního trhu se vypočte jako rozdíl mezi součtem všech dlouhých akciových pozic na straně jedné a součtem všech krátkých akciových pozic na straně druhé. Absolutní hodnota čisté pozice národního trhu se vynásobí koeficientem 0,08 a výsledný součin pak představuje kapitálový požadavek k obecnému akciovému riziku.

Pro specifické akciové riziko platí obdobné předpoklady jako pro specifické úrokové riziko. Jinými slovy toto riziko mají pouze akcie a deriváty na akcie, tudíž kapitálový požadavek se bude počítán jen z pozic vyplývajících z takovéhoto nástrojů.

Je možné provést kompenzaci stejných nástrojů. Akciové pozice se však již nekompenzují, kapitálový požadavek se stanovuje k dlouhým i krátkým pozicím. Sečte se absolutní hodnota všech pozic v daném národním trhu (tzv. hrubá pozice národního trhu) a

Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004 většinou vykazováno společně s obecným rizikem jako tzv. „position risk“.

⁸² Vládní nástroje: – koeficient 0 %

Kvalifikované nástroje se zbytkovou splatností:

méně než 6 měsíců – koeficient 0,25%

mezi 24 až 6 měsíci – koeficient 1,0 %

více než 24 měsíců – koeficient 1,6 %

Ostatní nástroje: – koeficient 8 %

Nástroje, kterým by se v bankovním portfoliu přiřadila váha 150 – koeficient 12 %.

tato hodnota se vynásobí koeficientem 0,04⁸³. Výsledný součin je pak kapitálovým požadavkem k specifickému akciovému riziku.

Je zjevné, že způsob odhadu podstupovaného rizika je velice strnulý, neboť je citlivý pouze na změnu v objemu portfolia (respektive ve velikosti otevřených pozic) a nereaguje na změnu v tržních podmínkách (nebere např. do úvahy změny ve volatilitách a korelacích).

Navíc regulatorně stanovené koeficienty jsou (záměrně) vyšší, než je běžná volatilita trhu, takže za standardních tržních podmínek nadhodnocují podstupované riziko. A tím samozřejmě zvyšují i kapitálový požadavek. Další problém představuje skutečnost, že standardizovaný přístup většinou nebývá v souladu s interními metodami měření tržních rizik. Banka ho tak ve značné části případů využívá jen pro regulatorní účely, což často vede k podcenění a snížené věrohodnosti vykazovaných kapitálových požadavků.

Výše zmíněné důvody vedly k tomu, že již od roku 1996⁸⁴ bylo Basilejským výborem pro bankovní dohled umožněno využívat VaR modely i pro regulatorní účely, respektive kapitálového požadavku k tržnímu a specifickému riziku.

4.2. VaR přístup ke stanovení kapitálových požadavků

V případě VaR přístupu, na rozdíl od přístupu standardizovaného, banka primárně ke stanovení kapitálových požadavků použije svůj interní VaR model. Regulatorní orgán rigidně neurčuje postup, jakým by měl být VaR bankou kalkulován. Stanovuje však řadu kvalitativních a v některých případech i kvantitativních požadavků⁸⁵, které musí model splňovat, aby proces odhadu podstupovaného rizika byl korektní a nepodhodnocoval reálně podstupované riziko.

Základní podmínkou, která umožňuje používat interní VaR model ke stanovování kapitálových požadavků k tržnímu a specifickému riziku, je jeho schválení oprávněným orgánem dohledu. Proces schválení je poměrně dlouhodobý (v řádech měsíců, není výjimkou, že od prvního kontaktu do konečného výroku uplyne doba delší než rok) a je založen na

⁸³ Dle připravovaného návrhu nové kapitálové regulace (Basel III) se má koeficient zvýšit na 0,08, viz Basel Committee on Banking Supervision: Revisions to the Basel II market risk framework, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 35 p., ISBN 92-9131-774-8.

⁸⁴ Viz Basel Committee on Banking Supervision: An internal model-based approach to market risk capital requirements, Basel, Bank for International Settlements, 1995, 21 p.

⁸⁵ V ČR upraveno ve Vyhlášce 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry, dále pak v Úředním sdělení ČNB ze dne 18. 8. 2007 k pravidlům obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry: Žádost o předchozí souhlas s používáním speciálního přístupu, Věstník ČNB částka 19/2007 ze dne 6. srpna 2007.

hloubkové kontrole modelu (tzv. on-side dohlídka) specializovaným týmem expertů přímo v bance.

Na schválení modelu není obligatorní nárok, posuzuje se nejen formální dodržení stanovených kvantitativních a kvalitativních požadavků, ale také způsob implementace VaR modelu do interního systému řízení rizik (včetně jeho propojení do informačních systémů) a skutečnost, do jaké míry je interní model kompatibilní s reálným rizikovým profilem příslušné banky.

Nutnou podmínkou pro schválení modelu je požadavek, že model musí být minimálně rok využíván v interním procesu řízení rizik. A to včetně skutečnosti, že banka musí být za tuto dobu schopna doložit porovnání predikovaných a reálných ztrát na denní bázi. Jinými slovy, interní model, který má banka k dispozici, je nutné nejprve používat pro interní odhad podstupovaného rizika, a teprve pokud je úspěšně využíván pro tuto činnost, je možné požádat o jeho využití i pro účely stanovování kapitálových požadavků (jedná se o tzv. uživatelský test).

Dále se požaduje, aby odhad rizika pomocí modelu byl prováděn na denní bázi, a to útvar, který je nezávislý na obchodním útvaru (respektive útvaru, který přijímá odhadované riziko). V praxi, jak již bylo dříve zmíněno, to většinou bývá útvar řízení tržního rizika. Zároveň by mělo být standardem, že výstupy z modelu jsou součástí denního reportingu pro vrcholové vedení (tj. vedoucí pracovníky, kteří mají právo nařídit snížení otevřené pozice či snížení limitů).

Zodpovědní pracovníci (ať již v útvaru řízení rizik, ve vrcholovém vedení nebo v obchodních útvarech) by měli přiměřeně rozumět principu VaR a racionálně interpretovat jeho výstupy.

V neposlední řadě je nutné, aby VaR model a jeho začlenění do řízení rizik předmětem pravidelného interního auditu. Model musí projít interním auditem, a to již před regulatorním schválením, přičemž tento audit by se měl minimálně zaměřit na následující oblasti:

- implementace modelu do systému řízení rizik,
- koncepční správnost modelu,
- zdroje tržních dat a ocenění,
- posouzení přesnosti a úplnosti dat,
- schvalování změn,
- zpětné a stresové testování.

Mezi základní kvantitativní požadavky patří především povinnost kalkulovat VaR (a tím i kapitálový požadavek) denně. Pro výpočet VaR pro regulatorní účely je nutné použít

jednostranný interval spolehlivosti 99 %. Přestože banky pro své interní účely používají jednodenní predikci (doba držení nástrojů, tzv. holding period je 1 den), pro účely stanovení kapitálového požadavku se požaduje minimálně 10-denní doba držení (důvod bude vysvětlen v následující kapitole). Nicméně pokud to použitá metoda neznemožňuje, je regulátory bankám umožněno počítat denní VaR, přičemž jeho hodnota se pak pro účely stanovení kapitálového požadavku vynásobí druhou odmocninou z 10.

Minimální délka používaných časových řad pro výpočet tržních pohybů rizikových faktorů, volatilit a korelací by měla být minimálně alespoň 250 obchodních dní, přičemž data v časových řadách mohou být vážená (tj. starší údaje mají nižší váhu než novější údaje)⁸⁶. Kratší období je možné použít jen výjimečně, např. v případě prudkých turbulencí na finančních trzích, které by vedlo ke značné změně volatility cen.

Způsob výpočtu není předepsán, je možné použít postupy založené na maticích variance/covariance, historickou simulaci či Monte Carlo simulaci (případně jejich kombinace).

Co se týče specifikace rizikových faktorů, ta je spíše nastíněna. Vlastní výběr rizikových faktorů je ponechán na bance v závislosti na skutečné struktuře jejího portfolia. Banka pak vhodnost takového výběru musí být schopná regulatornímu orgánu při schvalování modelu doložit a obhájit.

V případě úrokového rizika je požadováno, aby výnosová křivka byla dělena minimálně na šest časových segmentů (není však stanoveno, z jakých nástrojů ji konstruovat, zdali má být bezkuponová atd.). Pro každou měnu, ve které má banka významné úrokové pozice, by měla být konstruována separátně. Co se týče měnového rizika, zde je každá měna považována za samostatný rizikový faktor, s výjimkou zbytkových měn (tj. měn, kde má banka méně než 5 % aktiv). V případě akciového rizika je za rizikový faktor považován minimálně akciový index pro každý trh, kde banka obchoduje. V případě opcí je třeba zohlednit jejich nelinearitu, tj. model by měl být schopen podchytit i parametry gamma⁸⁷ a vega.⁸⁸

VaR přístup je nutné použít pro výpočet kapitálových požadavků pro celou rizikovou kategorii, přičemž za samostatnou rizikovou kategorii je považováno měnové riziko, obecné úrokové riziko, obecné akciové riziko, komoditní riziko, specifické úrokové riziko a

⁸⁶ Zde nepanuje mezi národními regulátory shoda. Někteří regulátoři, jako třeba ČNB, vážení umožňují (zdůvodňují ho vyšší nestabilitou trhu), jiní, např. britská FSA, ho v zásadě nepřipouštějí.

⁸⁷ Gamma – velikost změny delty opce při změně ceny podkladového aktiva

⁸⁸ Vega – velikost změny ceny opce při změně volatility podkladového aktiva

specifické akciové riziko. Není tedy v zásadě možné např. pro část pozic u měnového rizika používat VaR a pro druhou část pozic standardizovanou metodu.

Naopak je však přípustná kombinace VaR přístupu a standardizovaného přístupu mezi jednotlivými kategoriemi tržního rizika (např. banka může pro měnové riziko používat VaR a pro obecné úrokové riziko standardizovanou metodu).

Nicméně v odůvodněných případech (například u nových produktů⁸⁹) je možné se souhlasem regulátora učinit výjimku a povolit používat standardisovanou metodu i v rámci jedné rizikové kategorie.

Pokud model splňuje kvalitativní a kvantitativní požadavky (včetně požadavků na zpětné testování a stresové testování, jak bude uvedeno dále) a byl schválen regulátorem, je možné pomocí něho stanovovat kapitálové požadavky.

Za kapitálový požadavek je pak považována (respektive byla považována, neboť způsob stanovení kapitálového požadavku byl upraven, jak bude popsáno v dalším textu) vyšší z hodnot:

- VaR předchozího dne (VaR je počítán v intervalu spolehlivosti 99 % a době držení 10 obchodních dní), zvýšený o přírážku pro specifické riziko (pokud je aplikována), nebo
- $VaR_{60\text{-denní průměr}} \cdot (3 + \text{přírážka k zpětnému testování}) + \text{přírážka k specifickému riziku (pokud je aplikována)}$

Vyjádřeno vzorcem:

$$KP = \max \left(VaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) + \text{Přírážka} \quad (56)$$

$VaR_{60\text{-denní průměr}}$ je průměrný VaR za posledních 60 obchodních dní, přičemž denní VaR je počítán v intervalu spolehlivosti 99 % a době držení 10 obchodních dní.

Přírážka k zpětnému testování (plus faktor) se pak pohybuje mezi 0 - 1 v závislosti na výsledcích zpětného testování, tj. na počtu převýšení za posledních 250 obchodních dní.

4.3. Zpětné testování

Jak již bylo zmíněno, podmínkou používání modelů pro řízení rizik je jeho ověření (validace). Jinak řečeno, je nutné ověřit, zdali odhady, které z modelů vystupují, jsou realistické a jaká je jejich predikční síla (tj. do jaké míry je možné se na ně při řízení rizik

⁸⁹ Např. pokud banka používá historickou simulaci a nakoupí nově emitovanou akcii, která nemá cenovou historii.

spolehnout). Nejpersvědčivěji to lze provést porovnáním mezi odhady modelu a skutečně dosaženými výsledky. Tento postup se nazývá zpětné testování (back testing)⁹⁰.

Zpětné testování tedy znamená, že je systematicky v pravidelných intervalech porovnávána ztráta (případně jiný vybraný parametr) odhadovaná modelem s reálně dosaženou ztrátou.

Modely pro řízení rizik predikují maximální potenciální ztrátu za určité období na stanovené hladině spolehlivosti (např. 99 %), která však nikdy není stoprocentní. Z výše uvedeného plyne, že v dostatečně dlouhém období tedy musí dojít k situaci, kdy reálná ztráta překročí predikci. Určitý počet překročení je tedy očekávaný a akceptovatelný, jak koneckonců ukazuje i tabulka č. 8 umístěná níže.

Naopak model, který nemá žádné překročení, je příliš robustní. Tím výrazně nadhodnocuje podstupované riziko a nutí banku držet nadměrné množství kapitálu (případně ji nutí, aby se ve svých obchodech držela příliš při zdi). Vypovídací schopnost takového modelu pro řízení rizik je pak stejně nízká jako v případě modelu s velkým množstvím překročení.

Zásadní otázkou zůstává, jaký počet překročení je u daného modelu akceptovatelný. To závisí zejména na množství porovnání, která jsou k dispozici, a na zvolené hladině spolehlivosti. Je třeba si též uvědomit, že překročení nejsou v čase rozložena stejnoměrně, ale mají tendenci se shlukovat. Relativně dlouho se žádné překročení neobjeví a pak se objeví několik za sebou. To je způsobeno zejména skutečností, že na finančních trzích se střídají období klidu, kdy volatilita rizikových faktorů je stabilní, s obdobími prudkých turbulencí, které VaR modely v první fázi jen obtížně podchycují.

Pokud k překročení dojde, je třeba jednotlivá překročení vždy analyzovat a zjistit, co je zapříčinilo. Pokud počet překročení nevybočí ze stanovených mezí, je možné předpokládat, že model odhaduje riziko s dostatečnou predikční silou.

Zpětné testování je trvale pokračující průběžný proces, musí být prováděno na denní bázi po celou dobu používání modelu.

Naturel tržního rizika je pro provádění zpětného testování velice vhodný (na rozdíl třeba od rizika kreditního či operačního). To je způsobeno především tím, že predikce je dělána na krátkou časovou periodu a je tedy možné celkem snadno a rychle ověřit predikční schopnost modelů během relativně krátkého časového úseku.

⁹⁰ Blíže k problematice zpětného testování např. S Campbell S. D.: A review of backtesting and backtesting procedures, FEDS Working Paper Series, 2005, 23 p.

Délka období, pro které se riziko odhaduje, je krátká, typicky 1 den. Stejně tak zisky a ztráty z obchodování (profit/loss, P/L) jsou k dispozici též na jednodenní bázi. Z výše uvedeného plyne, že již v horizontu jednoho roku je k dispozici dostatečný počet srovnání (cca 250, pokud se předpokládá, že rok má 250 obchodních dní). I při požadované hladině spolehlivosti 99 % by se již v průběhu jednoho až dvou let měl objevovat počet překročení dostatečných pro analýzu.

Navíc zpětné testování u modelů pro tržní riziko není zásadním způsobem ovlivňováno strukturálními změnami v ekonomice (pro statisticky významné testování není zapotřebí dlouholetý horizont).

Z výše uvedených důvodů se zpětné testování stalo standardní součástí využívání VaR modelů, což je podpořeno i regulatorně. Pokud banka používá VaR model pro účely stanovení kapitálových požadavků, je povinna denně provádět zpětné testování. Nicméně i v případě, kdy je model používán pouze pro interní odhad podstupovaného rizika, by chybějící zpětné testování bylo regulatorním orgánem považováno za závažný nedostatek v řízení rizik.

Zpětné testování je tedy nutné provádět s denní periodicitou, přičemž standardně se poměřuje hodnota jednodenního VaR (tj. neupravuje se na desetidenní dobu držení) spočítaného na hladině spolehlivosti 99 % s jednodenní ztrátou (či ziskem) z obchodování. V případě, kdy banka používá VaR model i pro odhad velikosti podstupovaného specifického rizika, provádí zpětné testování separátně i pro subportfolio obsahující nástroje s tímto rizikem. V případě zpětného testování specifického rizika však není regulatorně stanoven akceptovaný počet překročení.

Pro stanovení predikční síly modelu je pak rozhodující počet překročení (tj. kolikrát skutečně dosažená ztráta byla vyšší než ztráta predikovaná modelem) za posledních 250 obchodních dní (tj. každý den poslední výsledek vypadne a nový přibude). Počet překročení lze rozdělit do tří zón – zelené, oranžové a červené.

V zelené zóně, tj. pokud je počet překročení za posledních 250 obchodních dní nižší než 5, je model považován za bezproblémový a přírážka k zpětnému testování se při stanovování kapitálového požadavku nepoužívá.

V případě, kdy počet překročení je 5 a vyšší, ale nižší než 10 (tj. počet překročení je v oranžové zóně), předpokládá se, že model má sníženou predikční schopnost. Tato snížená predikční schopnost je nicméně kompenzována dodatečným kapitálovým požadavkem a model je možné nadále využívat.

Pokud by došlo k situaci, kdy počet překročení je 10 a vyšší (tj. počet překročení leží v červené zóně), znamená to, že predikční síla modelu je nedostačující. Model je tak v zásadě

neakceptovatelný jak pro regulatorní účely, tak i pro účely interního řízení rizik. Je nutné ho znovu prověřit a provést v něm změny. Regulatorní orgán má právo v takovém případě nařídit bance návrat k standardizované metodě stanovení kapitálových požadavků.

Tab. č. 8: Akceptovatelný počet překročení

Počet překročení za posledních 250 obchodních dní	Plus faktor	Zóna
méně než 5	0,00	zelená
5	0,40	oranžová
6	0,50	oranžová
7	0,65	oranžová
8	0,75	oranžová
9	0,85	oranžová
10 a více	1,00	červená

Zdroj: Vyhláška 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrových družstev a obchodníků s cennými papíry

Problémem, který zatím není jednoznačně vyřešen a kde se různí jak teoretické názory, tak i reálná praxe, zůstává způsob stanovení ztráty či zisku (dále jen P/L) určené pro porovnání s VaR⁹¹. V zásadě lze konstatovat, že podle způsobu stanovení P/L je možné rozlišit tři druhy zpětného testování, přičemž každý typ má své klady, ale zároveň i určité nedostatky. Zpětné testování lze tedy rozlišit na:

- hypotetické zpětné testování,
- čisté reálné zpětné testování,
- špinavé reálné zpětné testování.

V případě hypotetického zpětného testování je výpočet P/L určený pro porovnání s výsledným VaR prováděn přímo pomocí VaR modelu, nikoliv jiným útvarem. Postupuje se následujícím způsobem:

- aktuální portfolio (z kterého je počítán VaR) je v modelu VaR oceněno a poté uloženo,
- následující den je toto portfolio znovu v modelu VaR přeceněno aktuálními tržními cenami,
- následně je proveden výpočet P/L, což není nic jiného než rozdíl mezi dnešní a včerejší hodnotou uloženého portfolia,
- posledním krokem pak je porovnání ztráty či zisku s predikcí VaR modelu.

⁹¹ Blíže viz Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8

Výhodou tohoto přístupu je skutečnost, že jak pro výpočet VaR, tak i pro výpočet P/L je použita stejná základna, do které navíc není nijak zasahováno, což znamená, že je minimalizována možnost manipulace s daty.

Hypotetické zpětné testování má však také podstatnou slabinou. Touto slabinou je skutečnost, že v případě, kdy VaR model používá pro oceňování chybné či chybně zadané vzorce, zkreslující zjednodušení či chybné zdroje tržních dat, tento typ zpětného testování takovouto chybu neodhalí. Je tomu tak proto, že chybné ocenění je obsaženo jak ve výpočtu VaR, tak i P/L, tím je vlastně neutralizováno a ve výsledku zpětného testování se nijak neodrazí.

Čisté reálné testování probíhá tak, že výpočet P/L je (na rozdíl od hypotetického testování) převzat od útvaru, který tuto činnost v bance rutinně provádí, což typicky bývá útvar middle office. Tím je snížena možnost chybného ocenění nástrojů v portfoliu, neboť je možné očekávat, že tento útvar díky své specializaci a průběžné kontrole jak ze strany řízení rizik, tak ze strany obchodních útvarů v zásadě nástroje oceňuje s významně vyšší spolehlivostí než pracovníci obsluhující VaR model.

Zásadním problémem je však skutečnost, že zatímco VaR je typicky počítán z otevřených pozic ke konci obchodního dne, útvar middle office zahrnuje do výpočtu P/L i zisky a ztráty z obchodů uzavíraných průběžně během obchodního dne (objem těchto tzv. intraday obchodů většinou bývá významně větší než objem otevřených pozic ke konci obchodního dne) a dále také poplatky za zprostředkování obchodů. Základna pro výpočet P/L je tak odlišná od základny pro výpočet VaR.

Aby tak bylo dosaženo srovnatelné základny, je nutné z P/L vyloučit vliv poplatků a intraday obchodů. To však přináší nutnost do P/L zasahovat a tím se zvyšuje riziko možné manipulace s P/L tak, aby zpětné testování vycházelo pozitivně.

Konečně poslední možností je použít špinavé zpětné testování. V tomto případě je výpočet P/L také převzat od útvaru, který ho v bance rutinně provádí. Nicméně na rozdíl od čistého testování není nijak upravován výpočet P/L, jsou v něm zahrnuty veškeré poplatky i výsledek intraday obchodů.

Výhodou tohoto přístupu je snížení možnosti manipulace s výsledky zpětného testování a značná robustnost (jsou zahrnuty i ztráty vzniklé v průběhu dne). Nevýhodou však je odlišná základna pro výpočet VaR a P/L, což za určitých okolností může snižovat vypovídací schopnost zpětného testování (např. v situaci, kdy otevřené pozice ze včerejšího dne generují ztrátu a naopak intraday obchody generují zisk).

Z výše uvedeného plyne, že nelze jednoznačně stanovit, který typ zpětného testování je nejvhodnější, a ani banky, ani regulátoři nemají jednoznačný názor⁹². V současnosti se prosadil regulační požadavek, kdy banky provádějí dvojí typ zpětného testování, a to jednak hypotetické, jednak reálné. V případě reálného zpětného testování však zůstává otázkou, zdali má banka použít špinavé či čisté testování. V tomto případě zatím k dohodě mezi regulátory nedošlo.

4.4. Stresové testování

Poslední podmínkou schválení (a nejen schválení, ale i interního užití) VaR modelu je doplnění modelu stresovým testováním. Jak již bylo diskutováno, statistické modely pracují s určenou hladinou spolehlivosti, odhadují v zásadě jen riziko za běžné situace na trhu. Obtížně umějí zachytit a kvantifikovat mimořádné situace s vážným dopadem. Proto je nejen vhodné, ale v zásadě životně nutné doplnit VaR přístup dalším nástrojem k měření rizik, který však bude založen na jiném principu a bude VaR doplňovat. A tímto nástrojem je právě stresové testování⁹³.

Pokud není stresové testování prováděno, banka často nebývá na mimořádné tržní situace s vážným dopadem připravena. V případě, že takováto situace nastane, nemusí být schopna jí pak čelit. Výsledkem pak bývá významná ztráta, pokles kapitálové přiměřenosti a ve výjimečných případech i pád banky.

Princip stresového testování je následující. Banka vytvoří tzv. stresový scénář, který představuje významnou (tj. za hranicí pravděpodobnosti 99 %) negativní, nicméně ještě myslitelnou změnu rizikových faktorů (jednoho či více), které mají významný vliv na změnu hodnoty portfolia dané banky. Následně pak simuluje dopad takového scénáře na hodnotu portfolia banky a posoudí, zdali vzniklá ztráta je akceptovatelná či nikoli.

Regulační požadavky na stresové testování jsou značně obecné. Lze konstatovat, že v zásadě pouze nařizují provádět pravidelně stresové testování na základě stresových scénářů, zohledňovat při něm svůj rizikový profil včetně jeho změn a brát jeho výsledky do úvahy při řízení tržního rizika⁹⁴.

⁹² Např. rakouský regulátor preferoval při schvalování a kontrole VaR modelů hypotetické testování, německý regulátor čisté reálné testování a britská FSA naopak špinavé reálné testování. ČNB specifické požadavky neměla.

⁹³ Pro seznámení s principy stresového testování viz např. Rösch D., H. Scheule: *Stress Testing for Financial Institutions: Applications, Regulations and Techniques*, London, Risk Books, 2008, 457 p., ISBN 1-906348-11-1

⁹⁴ „Stresové testování je prováděno na základě stresových scénářů. Při tvorbě stresových scénářů banka zohledňuje svůj rizikový profil, zejména faktory, vůči jejichž změně je nebo by mohla být nejzranitelnější. Banka zajistí:

Důvodem je především fakt, že ani napříč finančními institucemi neexistuje nejlepší či obecně uznávaná praxe. Stresové testování je spíše umění, než exaktní záležitost. Klíčová je otázka, jak odvodit nejhorší, ale ještě myslitelný scénář – a na tu, alespoň zatím, neexistuje jednoznačná exaktní odpověď⁹⁵.

Předtím, než se přistoupí k vlastní tvorbě scénářů, je vhodné provést rizikovou analýzu portfolia.

Ta by se v prvním kroku měla zaměřit na vytipování těch částí portfolia, které jsou potenciálně nejvíce ohroženy mimořádnými, ale ještě možnými rizikovými událostmi (např. v případě tržního rizika expozice, kde je banka významným tvůrcem trhu). Následujícím krokem je identifikovat v těchto částech portfolia hlavní rizikové faktory (případně umocňovatele)⁹⁶, které mohou zapříčinit náhlou významnou změnu hodnoty portfolia. Není vždy nezbytně nutné daným scénářem stresově testovat celé portfolio, zejména kvůli faktu, že jednotlivé části portfolia mohou být ohroženy odlišnými rizikovými faktory.

Teprve až dalším krokem je vytvoření a výběr scénářů, na jejichž základě bude stresové testování prováděno.

Především je třeba se rozhodnout, zdali pro dané portfolio (či jeho část) bude použit pouze jeden scénář, nebo set scénářů. Dále je třeba zvolit způsob, jakým bude scénář vytvořen. V zásadě jsou na výběr dvě možnosti. Buďto bude scénář vytvořen na základě změny jednoho rizikového faktoru (sensitivity analysis), nebo na základě vzájemně provázaných změn více faktorů (scenario test). V praxi bank se v současnosti většinou využívá větší množství scénářů, z nichž část je založena na změně jednoho rizikového faktoru a další část je naopak založena na bázi vzájemně provázaných změn více faktorů.

Jednotlivé scénáře jsou navíc často založeny na odlišném způsobu odhadu změny rizikových faktorů. V principu lze říci, že v současnosti existují tři základní přístupy k provádění odhadů⁹⁷.

a) pravidelné provádění stresového testování, s přihlédnutím k velikosti, struktuře a povaze obchodního portfolia
b) pravidelné prověřování platnosti předpokladů scénářů s ohledem na měnící se podmínky na trhu nebo uvnitř banky. Změny předpokladů jsou podnětem pro úpravu scénářů a následné provedení stresových testů,

c) předkládání výsledků stresových testů členům vrcholového vedení odpovědným za řízení tržních rizik.“
Vyhláška 123/07 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry, Příloha 1, část 2.

⁹⁵ Zajímavý příspěvek k výběru scénářů viz Breuer T., M. Jandačka, K. Rheinberger, M. Summer: How to find plausible, severe, and useful stress scenarios”, International Journal of Central Banking, September 2009, pp. 205- 224, ISSN: 1815-4654

⁹⁶ Např. posun nebo změna tvaru výnosové křivky, změna měnových kursů, zvýšení korelace mezi výnosy jednotlivých aktiv, snížení likvidity trhu atd.

⁹⁷ Viz např. Goldman Sachs, Swiss Bank Corporation: The Practice of Risk Management, London, Euromoney Publication PLC, 1998, p. 265, ISBN 1-85564-627-7

Nejednodušší postup je takový, že se vybere reálný historický scénář (v České republice se typicky používala měnová krize z roku 1997, v zahraničí viz tabulka č. 9) a portfolio je tímto scénářem přehodnoceno.

Tab. č. 9: Deset nejčastěji používaných historických scénářů v mezinárodně aktivních bankách (rok 2004)

Historická událost	Počet bank scénář používající
Terrorist attacks in the United States in September 2001	30
Black Monday, October 1987	23
1997 Asian crisis (currency devaluation and credit deterioration)	22
Global bond price crash in 1994	18
1998 August-Russian debt default and currency devaluation	15
1998 - combined LTCM/Russia event	13
1998 10/7 - LTCM crisis	8
European currency crisis in 1992	8
Gulf war in 1990-91	5
Mexican peso crisis in 1994	5

Zdroj: Committee on the Global Financial System: Stress testing at major financial institutions: survey results and practice, Basel, Bank for International Settlements, 2005, 42 p., ISBN: 92-9131-675-X

Přístup založený na reálných historických scénářích však má dvě slabá místa.

Prvním je skutečnost, že scénář se v mnoha případech dá aplikovat pouze na část portfolio (např. měnová krize 97, se vlastně týkala pouze kursu CZK k zahraničním měnám a úrokových sazeb na českém trhu). Druhou slabinou je fakt, že každá krize má svůj specifický průběh, odlišují se od sebe a jejich dopad na portfolio pak nutně bude rozdílný. Banka pak testuje historickou stresovou situaci, ale vlastně nemusí být odolná vůči nové krizové situaci s jiným průběhem.

Druhý přístup je založen na analýze historických dat. Postupně se jednotlivě analyzují rizikové faktory (či umocňovatele) významné pro dané portfolio a hledá se jejich nejhorší změna za dostatečně dlouhé období, např. za 10 let. Následně se z jednotlivých nejhorších změn sestaví scénář, kterým je portfolio přehodnoceno. Protože takovýto scénář by mohl být extrémně excesivní, je typické, že se nebere nejhorší změna příslušného rizikového faktoru, ale n-tá nejhorší změna, případně z rozložení změn rizikového faktoru se akceptuje změna připadající na 99 % (případně jiný) kvantil.

A konečně třetí přístup je založen na expertním úsudku jeho tvůrců⁹⁸. Jinými slovy, scénář je vytvořen na základě odhadu budoucí krizové situace, přičemž tento odhad je závislý na znalostech a očekáváních expertů, kteří ho vytvářejí. Nevýhodou tohoto přístupu zůstává skutečnost, že předpoklady, na kterých je scénář vybudován, lze v zásadě velmi obtížně verifikovat.

Frekvence stresového testování závisí především na naturelu a změnách ve struktuře portfolia, na velikosti podstupovaného rizika, na použité metodě a v neposlední řadě i na náročnosti zpracování (stresové testování musí mít oporu v používaných elektronických informačních technologiích).

U tržního rizika jsou z regulatorního úhlu pohledu za minimální frekvenci stresového testování považovány tři měsíce, nicméně běžně se v bankách pracuje s daleko kratším časovým horizontem. Je dosti typické, že některé jednodušší scénáře jsou přímo součástí výpočtu VaR a jsou prováděny na denní bázi (to jsou právě scénáře založené na změnách jednoho rizikového faktoru). Sofistikovanější scénáře (často založené na expertním úsudku) jsou pak prováděny v časové periodě jednou za 14 dní až měsíc.

Výsledky stresového testování by měly být součástí standardního interního vykazování rizik. Pravidelně (dle frekvence testování) by s nimi měly být seznamovány nejen obchodní útvary a ostatní útvary řízení rizik, ale i nejvyšší úroveň vedení (představenstvo a zejména jeho poradní výbor, např. ALCO⁹⁹). Tento výbor by měl dané výsledky nejen brát na vědomí, ale také je musí využívat k rozhodování o případném snižování podstupovaného rizika (uzavření pozic, omezení expozice, snížení limitů).

Určitou možností, jak omezit podstupované riziko, je i stanovení limitů pro stresové testování (tj. riziko spočítané pomocí stress testu nesmí převýšit stanovený limit). Stresové limity však mají slabá místa a v praxi se příliš nerozšířily. Především není velký problém vytvořit scénář, který daný limit převýší, stejně tak lze vymyslet scénář, kterým se dá dostat pod stanovený limit. Navíc scénáře nejsou stabilní v čase, mění se jak jejich dílčí parametry, tak i celé scénáře. Změny scénářů by si měly vynutit i změnu limitu.

⁹⁸ Tato metoda je často posměšně nazývána metodou fenestrální.

⁹⁹ Assets Liabilities Commission (Výbor pro řízení aktiv a pasiv), poradní výbor představenstva banky, který řeší strukturu aktiv a pasiv včetně problémů spojených s řízením rizik. Jeho členy typicky bývají mimo jiné člen představenstva odpovědný za řízení rizik, ředitel úseku obchodování na finančních trzích a ředitel úseku řízení rizik. Nemá sice většinou exekutivní pravomoc, nicméně jeho doporučení jsou představenstvem automaticky akceptována a provedena.

5. Slabá místa VaR modelů

Jak již bylo zmíněno výše, výstup modelu VaR je vlastně odhadem maximální možné ztráty (ve vybraném intervalu spolehlivosti), které je banka či jiná finanční instituce v rámci daného portfolia vystavena. Tuto potenciální ztrátu by instituce měla zohledňovat při svém podnikání na finančních trzích. Velikost potenciální ztráty je nutné omezit soustavou limitů tak, aby ztráta nepřesáhla stanovený rizikový apetit instituce (případně externě dané limity). Zároveň je zapotřebí odhadnutou potenciální ztrátu pokrýt vlastním kapitálem banky¹⁰⁰.

Je zřejmé, že pokud má být výstup z modelů VaR použitelný jako vhodný ukazatel potenciálního rizika, nesmí podstupované tržní riziko systematicky podhodnocovat. Pokud by tržní riziko významněji podceňoval, bylo by nutné buďto upravit způsob stanovení jeho velikosti, nebo by bylo nutné tento ukazatel doplnit odhady stanovenými zcela jinou metodou¹⁰¹.

Základní problémem je tedy otázka, zdali odhad podstupovaného tržního rizika metodou VaR má v sobě zabudovány předpoklady, které způsobují (nebo mohou způsobit), že tržní riziko podstupované bankou či jinou institucí bude podhodnoceno nebo případně nebude v rámci metody VaR podchyceno. Pokud tomu tak je, lze je nějakým způsobem odstranit, nebo případně je možné zmírnit jejich dopad na vykázanou velikost podstupovaného tržního rizika?

Na výše položenou otázku lze odpovědět kladně. Metoda VaR v sobě má zabudovány předpoklady, které mohou zapříčinit podhodnocení velikosti rizika, kterému je banka vystavena. Na některé významné nedostatky přístupu VaR bylo koneckonců postupně upozorňováno již od druhé poloviny devadesátých let (přičemž počet kritických hlasů

¹⁰⁰ Viz např. Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004, 251 p., ISBN 92 - 9131-669-5, nebo Middleton Peter (editor): Generally Accepted Risk Principles, Coopers and Lybrand, 1996, 175 p., ISBN 0-86349-190-1

¹⁰¹ V případě nízké predikční síly by se neměl používat vůbec. Nicméně vzhledem k relativně dlouhé době používání (přes 15 let) a vzhledem k množství subjektů, které tento ukazatel využívají, je možné předpokládat, že jeho predikční síla není natolik špatná, aby jeho používání nebylo přípustné, minimálně pro běžné denní řízení tržního rizika.

postupně narůstal), a to jak ze sféry akademické¹⁰², tak i ze strany praktiků pohybujících se na finančních trzích¹⁰³.

Na základě výše zmíněných kritických hlasů lze konstatovat, že přístup VaR má v sobě zabudovány dva základní okruhy nedostatků, které snižují jeho predikční schopnost. Prvním je skutečnost, že není schopen postihnout ztráty, které mohou nastat za zvolenou hladinou spolehlivosti. Druhou závažnou skupinou nedostatků je způsob podchycení specifického tržního rizika.

Tržní riziko může být samozřejmě podhodnoceno i díky jiným faktorům, např. díky chybné implementaci VaR přístupu do systému instituce, chybné interpretaci výsledků, selhání či záměrného podvodného jednání pracovníků instituce atd. Takovéto faktory však nejsou v rámci tohoto textu předmětem zkoumání.

5.1. Nepodchycení ztrát za vybranou hladinou spolehlivosti

Jak bylo naznačeno, jednou z největších slabin přístupu VaR je skutečnost, že není schopen postihnout ztráty, které mohou nastat za vybranou hladinou spolehlivosti¹⁰⁴. Tyto ztráty v ukazateli nejsou podchyceny, přičemž v některých případech mohou i několikanásobně ztrátu vykázanou ukazatelem VaR převýšit¹⁰⁵.

Typicky se jedná o situaci, která nastává v případě tržních turbulencí. V takovém případě dojde k prudké změně hodnoty rizikových faktorů. Příkladem může být měnová krize v České republice v roce 1997, kdy krátkodobé úrokové sazby vzrostly z týdne na týden i desetinásobně, jak je vidět na následujících tabulkách č.10 a č. 11.

Tab. č. 10: Výnosová křivka PRIBOR, týden před krizí 97

Datum	O/N	1W	2W	1M	2M	3M	6M	9M	12M
12.05.1997	12,50	12,46	12,46	12,46	12,46	12,41	12,24	11,92	11,89
13.05.1997	12,49	12,47	12,47	12,45	12,46	12,39	12,23	11,92	11,88
14.05.1997	12,49	12,47	12,47	12,45	12,46	12,40	12,23	11,92	11,89

¹⁰² Mezi nejzajímavější rané příspěvky upozorňující na limity modelování rizika viz např. Christoffersen P., F Diebold and T Schuermann: "Horizon problems and extreme events in financial risk management", FRBNY Economic Policy Review, October 1998, pp. 109–118., nebo Danielsson J.: "The emperor has no clothes: limits to risk modelling", Journal of Banking and Finance, 2002, vol. 26, pp 1273-1296, ISSN 0378-4266

¹⁰³ Kompilaci připomínek a kritických názorů vůči přístupu VaR provedl BCBS v následujícím textu Basel Committee on Banking Supervision: Messages from the academic literature on risk measurement for the trading book, Working Paper no. 19, Bank for International Settlements Basel 2011, 59 p., ISSN 1561-8854

¹⁰⁴ Viz např. Jorion Philippe: Value at risk: the new benchmark for controlling market risk, 1997, Chicago, Irwin, 332 p, ISBN 0-7863-0848-6, nebo RiskMetrics Group: „Risk Management: A practical Guide“, 1999, 156 p.

¹⁰⁵ Při hladině spolehlivosti 99% je možné očekávat, že ve dvou až třech případech bude reálná ztráta vyšší než ztráta predikovaná modelem VaR (za předpokladu 250 obchodních dní v roce).

15.05.1997	12,50	12,76	12,76	12,95	12,81	12,83	12,64	12,55	12,53
16.05.1997	12,36	13,16	13,17	13,31	13,15	13,11	12,97	12,89	12,84

Zdroj: vlastní sestavení dle databáze Arad, Česká národní banka [online]. [cit. 24.7. 2012]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/rok.txt?year=1997&show=Spustit+sestavu

Tab. č. 11: Výnosová křivka PRIBOR, první týden krize 97

Datum	O/N	1W	2W	1M	2M	3M	6M	9M	12M
19.05.1997	34,93	40,25	38,12	30,91	29,07	27,16	25,28	23,27	22,16
20.05.1997	80,66	43,38	41,00	32,90	25,86	23,28	18,59	17,39	16,57
21.05.1997	138,75	60,00	52,50	43,25	39,67	32,83	23,60	21,80	21,00
22.05.1997	197,50	75,00	60,83	46,17	36,00	32,40	21,80	19,60	19,20
23.05.1997	70,71	81,27	73,59	46,43	37,81	32,29	23,10	18,54	18,20

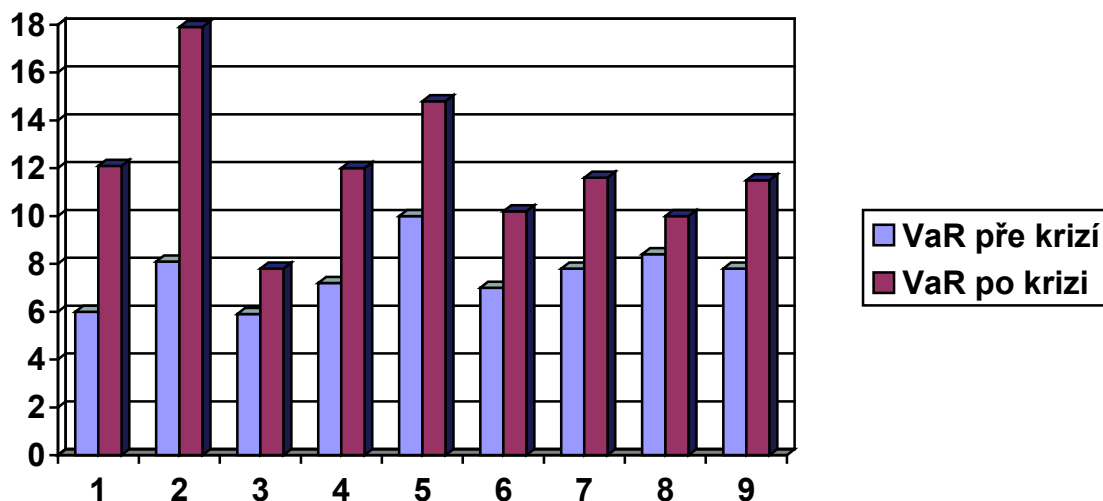
Zdroj: vlastní sestavení dle databáze Arad, Česká národní banka [online]. [cit. 24.7. 2012]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/rok.txt?year=1997&show=Spustit+sestavu

Tato náhlá a prudká změna pak v případě banky, která má ve svém portfoliu otevřené pozice, které budou negativně ovlivněny změnou rizikových faktorů, zapříčiní prudký nárůst vykázané neočekávané ztráty (ať již realizované, nebo nerealizované). VaR ukazatel není schopen tuto situaci předpovídat a podstupované riziko vykázat, neboť kalkuluje změnu hodnot z historických časových řad, v kterých před začátkem turbulencí není takovýto prudký výkyv změn hodnot rizikových faktorů v naprosté většině případů zachycen. Aktuální prudké výkyvy v hodnotách rizikových faktorů jsou modelem zachyceny (a začínají tedy ovlivňovat velikost predikovaného VaR) až v průběhu krize na příslušném finančním trhu. To už však bývá pozdě pro uzavření otevřených pozic bez výraznější ztráty.

Výše zmíněné lze dokumentovat na příkladu devíti vybraných významných britských bank¹⁰⁶. Porovnáván byl VaR (ve formě kapitálového požadavku) spočítaný pro to samé portfolio, nejprve na základě časových řad rizikových faktorů platných pro období před finanční krizí, tj. většinou v letech 2006 a 2005 (VaR před krizí) a poté na základě časových řad rizikových faktorů platných pro období finanční krize, tj. let 2008 a 2007, případně části roku 2009 (VaR po krizi). Na ose x jsou vybrané (anonymizované) banky, na ose y je pak vyznačena velikost VaR jako procento z velikosti vlastního kapitálu příslušné banky. Je zjevné, že ve všech případech došlo po krizi ke zvýšení VaR, ve dvou případech dokonce k více než dvojnásobnému.

¹⁰⁶ Zpracováno na základě Haldane Andrew G.: Why banks failed the stress test, Bank of England, 2009, 29. p., [online]. [cit. 25.7.2012]. Dostupné z: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2009/speech374.pdf>

Graf č.1: VaR k obecnému tržnímu riziku



Zdroj: Andrew G Haldane: Why banks failed the stress test, Bank of England, 2009, [online].
[cit.25.7.2012]. Dostupné z:
<http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2009/speech374.pdf>

Nepodchycené postupované riziko (a tím i velikost případné ztráty) může být navíc v mnoha případech zvětšeno i díky skutečnostem, že v době turbulencí často dochází ke změnám hodnot i u těch nástrojů, jejichž ceny za normální situace nejsou pozitivně korelovány (v portfoliu mizí diverzifikační efekt) a na trhu dochází k významnému odlivu likvidity, takže je prakticky velmi obtížné otevřené pozice uzavřít, neboť trh se stává jednosměrným (všichni prodávají, nikdo nekupuje).

V případě velkých mezinárodně aktivních bank či specializovaných finančních institucí (tvůrci trhu, brokeri na finančních trzích) může být snižená predikční síla modelu VaR zapříčiněna i dalším faktorem, kterým může být skutečnost, že takováté instituce drží v určitém nástroji (či skupině nástrojů) relativně velké portfolio vzhledem k objemu, který drží ostatní účastníci trhu. V případě, kdy je nutné dané portfolio rychle odprodat (např. z důvodu nutnosti refinancovat krátkodobá pasiva), poptávka od ostatních účastníků trhu nemusí být dostatečná, nabídka převáží nad poptávkou a následně dojde k prudkému poklesu ceny daného aktiva. I v tomto případě nebude pokles hodnoty aktiva ve VaR vyjádřen (viz případ fondu Long Term Capital Management).

Obdobně také VaR modely neumějí plně podchytit riziko vyplývajících z nelineárních obchodních strategií typu „malý zisk z vysokou pravděpodobností, vysoká ztráta s nízkou pravděpodobností“. Typicky se jedná např. o obchodování s kreditními deriváty (credit-linked notes, credit default swap), které jsou kromě tržních rizikových faktorů citlivé i na změnu

ratingu jak referenčních nástrojů, tak v některých případech i na změnu ratingu hlavních protistran, které s nimi obchodují¹⁰⁷.

Neschopnost postihnout ztráty, které mohou nastat za vybranou hladinou spolehlivosti, respektive které mohou nastat za stresové situace na finančním trhu, se tak ukazují jako jeden z nejvýznamnějších nedostatků VaR přístupu. Při současném stavu poznání se situace jeví tak, že daný nedostatek není možné z VaR přístupu v dostatečně velkém rozsahu odstranit.

Teoreticky nejsprávnější řešení by bylo zvýšení hladiny spolehlivosti. To je ovšem velice obtížné. Ukazuje se, že modelování rozdělení za hranicí 99 % je značně nepřesné a zkreslující a není v souladu s podstatou tržního rizika. Důvodem je především významný nedostatek dat, které neumožňuje smysluplně určit tvar konce rozdělení. Jednorázový nesystémový výkyv ve velikosti rizikových faktorů pak může náhodně významným způsobem ovlivnit velikost VaR. Používání vyšší hladiny spolehlivosti by tedy vedlo k významnému nárůstu volatility odhadů VaR a tím pádem k jejich problematickému internímu využití. Navíc problém málo četných událostí s velkým dopadem by nevyřešilo ani zvýšení hladiny spolehlivosti na 99,9 %, neboť stresové události se často objevují spíše nad touto hranicí (např. na českém trhu mezi skutečně významnými stresovými událostmi, tj. měnovou krizí z jara 1997 a krizí vyvolanou otřesy po pádu Lehman Brothers na podzim 2008, uplynulo více než jedenáct let, tj. přes 2800 obchodních dní).

Řešením není ani významnější zvýšení požadované doby držení (např. z 10 dnů na tři měsíce), alespoň ne pro nástroje, jejichž hodnota je ovlivněna faktory obecného rizika. Pro charakter obchodování na finančních trzích je typické, že dopady výkyvů ve velikosti rizikových faktorů do obchodních portfolií bank se projevují spíše šokově, v krátkodobém časovém horizontu, poté se hráči na finančních trzích situaci přizpůsobí a případné ztráty se již příliš nezvyšují. Je samozřejmě možné vést diskusi o délce adaptační doby, nicméně v řádech dní, nikoli měsíců (tj. zdali dobu držení např. nezvýšit z 10 na 15 dní). Pokud by došlo k významnějšímu prodloužení doby držení (např. na výše zmiňované tři měsíce), mělo by pouze dopad do velikosti kapitálového požadavku (ten by byl samozřejmě vyšší), nevedlo by ale k větší citlivosti metody VaR na stresové události (největší ztráta se objeví již v požadované době držení a poté se již nezvětšuje) a tím ani k lepšímu odhadu podstupovaného tržního rizika.

¹⁰⁷ Blíže k problematice obchodovaných kreditních nástrojů viz např. Schonbucher Phillip: Credit derivatives pricing models, Chichester, John Wiley & Sons, 2003, 369 p., ISBN: 0-470-84291-1

Poněkud jiná situace nastává pro obchodované nástroje, jejichž hodnotu významněji ovlivňují faktory kreditního rizika, jako např. CDO a jiné sekuritizované nástroje či kreditní deriváty. Naturel těchto nástrojů je odlišný, tržní hodnota těchto nástrojů je citlivá např. na změnu ratingu, přičemž takovýto pokles může být dlouhodobější a hodnota ratingu může klesnout více než jedenkrát. Zde je možné představit si (na rozdíl od obecného tržního rizika) vyšší dobu držení, což by mělo být vyjádřeno v přístupu k modelování specifického rizika (jak o tom bude pojednáno dále).

Zvýšení hranice spolehlivosti (nebo zvýšení doby držení), alespoň u obecného tržního rizika¹⁰⁸, pravděpodobně není cestou, kterou by se tento nedostatek (neschopnost postihnout ztráty, které mohou nastat za stresové situace) dal v přístupu VaR smysluplně eliminovat. Lze konstatovat, že na zvýšení hranice spolehlivosti (nebo zvýšení doby držení) u obecného tržního rizika v současnosti nenaléhají ani ho nenavrhují regulační orgány (např. Basilejský výbor pro bankovní dohled či European Banking Authority). V praxi ho nepoužívají (a nehodlají jeho použití zavádět) ani banky či jiné finanční instituce obchodující na finančních trzích a ani v odborné literatuře (až na výjimky) tento postup není zásadnějším způsobem doporučován. Neschopnost VaR modelů postihnout ztráty, které mohou nastat za stresové situace, je nutné kompenzovat jiným způsobem.

Pro kompenzaci rizika nepokrytého VaR modelem se historicky začaly používat dva odlišné přístupy.

Princip prvního přístupu spočívá ve skutečnosti, že odhad tržního rizika provedeného VaR modelem se zvýší o nepokrytou část rizika, Toto zvýšení je možné provést např. přičtením přírážky k hodnotě VaR nebo vynásobením této hodnoty stanoveným korekčním faktorem.

Druhou možností, která je dispozici, je použití scénářů. Pomocí těchto scénářů je následně simulován potenciální dopad nepředvídaných, nicméně ještě možných situací daleko za intervalem spolehlivosti 99 % do portfolia banky. Tento přístup je většinou nazýván stresovým testováním¹⁰⁹.

Postupně se převažující tržní praxí, která byla následně podpořena i stanoviskem a požadavky regulačních institucí, stala kombinace obou přístupů. Pro pokrytí alespoň části nepodchyceného tržního rizika jsou banky povinny pro účely stanovení kapitálových

¹⁰⁸ Obecné tržní riziko je riziko nepříznivého pohybu cen nástrojů souvisejícího s hodnocením ekonomického prostředí účastníky trhu. Jedná se o změnu tržní hodnoty nástrojů v důsledku volatility tržních sazeb.

¹⁰⁹ Viz např. Rösch D., H. Scheule: Stress Testing for Financial Institutions: Applications, Regulations and Techniques, London, Risk Books, 2008, 457 p., ISBN 1-906348-11-1

požadavků k obecnému tržnímu riziku použít korekční faktor (banky tento korekční faktor, i když v upravené velikosti, často používají i pro interní odhad podstupovaného rizika). Výsledné VaR, respektive průměrné VaR za posledních 60 obchodních dní, se vynásobí koeficientem 3 až 5.

Minimální hodnota koeficientu dosahuje velikosti 3, na základě výsledků zpětného testování se tento koeficient může zvýšit o hodnotu mezi 0 až 1 až na 4. Navíc někteří národní regulátoři (např. britská FSA či německá Bundesbank) mohou na základě výsledků kontroly modelu při jeho schvalování koeficient dále zvýšit znovu o 0 až 1 na 5.

Zároveň jako doplněk k využití VaR přístupu bylo a je vyžadováno testování odolnosti finanční instituce vůči nepříznivým změnám tržních podmínek pomocí série stresových scénářů. Je nicméně skutečností, že parametry těchto scénářů nebyly regulatorně stanoveny a neexistuje ani všeobecně přijímaný jednoznačný tržní úzus, jak tyto scénáře vyvíjet a kvantifikovat. Navíc nebylo povinností na tyto dopady stanovovat kapitálové požadavky a pokrývat regulatorním kapitálem.

V souvislosti s navýšením kapitálového požadavku k tržnímu riziku v případě VaR modelů je vhodné zmínit se ještě o jednom problému a tím je používaný časový horizont pro odhadovanou dobu držení nástrojů.

Banky vycházejí ze svých interních potřeb a pro odhad VaR používají velmi krátký časový horizont, ve většině případů jednodenní. Takto dlouhá doba držení je v zásadě v souladu s obchodní strategií bank a finančních institucí a s předpokládanou dobou likvidace otevřených pozic v obchodním portfoliu (typicky overnight). Nicméně, na druhou stranu, tento odhad nemusí být zcela realistický, zejména v případě příliš velkých pozic v poměru k trhu nebo v případech likviditních problémů na trhu.

V případě nepříznivého vývoje tržních faktorů pak instituce nemusí být schopna ztrátové otevřené pozice v průběhu obchodního dne plně uzavřít, likvidace pozic bude rozložena do více dní a ztráta pak může postupně narůstat. Problém často bývá akcelerován nárůstem rozpětí mezi nákupní a prodejní cenou, přičemž rychlá likvidace pozic povede k nárůstu tohoto rozpětí a tím i k nárůstu ztráty. Náklady na uzavření pozic standardně ve VaR modelech nejsou vyjádřeny¹¹⁰.

Namísto používání delšího časového horizontu pro regulatorní účely (což by v praxi generovalo významné problémy, zejména při výpočtu nerealizovaných zisků či ztrát, které

¹¹⁰ Jednou z příčin je informační asymetrie mezi obchodníky a pracovníky útvaru řízení rizik. Viz např. Zeman D.: Informational Assymetry in the Risk Management Process, příspěvek ve sborníku "20th International Conference on Systems Research, Informatic and Cybernetic", str. 83-91, Zagreb 2008, ISBN 978-9537210-08-3

jsou typicky k dispozici na jednodenní bázi, a následně při verifikaci modelu pomocí zpětného testování, prováděném též na jednodenní bázi) se nejčastěji problém řeší převedením původního jednodenního VaR na delší časový horizont (regulatorně 10 dní) pomocí pravidla druhé odmocniny času (squared root of time).

5.2. Zahrnutí specifického rizika do modelu

Druhým zásadním, navíc velmi obtížně řešitelným problémem VaR přístupu, je zahrnutí specifického tržního rizika¹¹¹ do VaR modelu, respektive plné podchycení všech dílčích složek tohoto rizika.

Specifické riziko je chápáno jako riziko nepříznivého pohybu cen nástrojů souvisejícího s hodnocením emitenta nebo dlužníka účastníky trhu. Jedná se sice o změnu tržní hodnoty nástrojů, která však nastává nikoli v důsledku volatility tržních sazeb, ale v důsledku změny úvěrové kvality emitenta. U cenných papírů a jejich derivátů pak vlastně nahrazuje kreditní riziko (v tomto případě kapitálové požadavky ke kreditnímu riziku nejsou stanovovány)¹¹².

Jak již bylo dříve poznamenáno, specifické riziko se rozpadá na tři složky, a to riziko idiosynkratické, riziko události a riziko selhání.

Tab. č. 12: Složky specifického rizika

<i>Specifické riziko</i>	<i>Idiosynkratické riziko:</i> riziko, že pohyb ceny konkrétního nástroje nebude v souladu s pohybem trhu, ale bude se od něj odlišovat, přestože pro to není žádný fundamentální důvod.
	<i>Riziko události:</i> riziko ztráty zapříčiněné událostí (publikování hospodářských výsledků, změna managementu, atd.), která bude mít neočekávaný významný dopad na tržní hodnotu nástroje
	<i>Riziko selhání:</i> riziko, že emitent nedodrží (či trh očekává, že nedodrží) z různých důvodů své závazky.

Zdroj: vlastní dle Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, BCBS, 2005

¹¹¹ Viz Basel Committee on Banking Supervision: Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, Basel, Bank for International Settlements, 2005, 63 p., ISBN 92-9131-695-4

¹¹² Jedná se původně o koncept používaný na akciových trzích, v 90-tých letech se rozšířil i na ostatní cenné papíry.

Dle původního názoru Basilejského výboru pro bankovní dohled (včetně jednotlivých národních regulátorů, kteří jeho názor akceptovali) VaR model plně podchycuje všechny složky specifického rizika pouze a jedině tehdy, pokud zcela splňuje níže uvedené tři požadavky.

Především by měl být schopen objasnit historické cenové pohyby v portfoliu (např. pomocí testů dobré shody, goodness of fit). Jinak řečeno, změna hodnoty portfolia, pro který je VaR počítán, by měla být ze značné části (např. z 95 %) vysvětlena změnou použitých rizikových faktorů.

Druhým požadavkem, který je na model kladen, je skutečnost, že výstupy z modelu by měly být citlivé na změny ve struktuře portfolia. Jinými slovy to znamená, že za jinak stejných okolností, pokud dojde v portfoliu k nárůstu koncentrace, model bude odhadovat vyšší VaR.

Navíc by měl model být robustní proti výkyvům celého kreditního cyklu, tj. model měl i ve fázi růstu zohledňovat potenciální ekonomický pokles a signalizovat, že v případě nepříznivých podmínek bude velikost podstupovaného rizika narůstat (through the cycle approach).

Pokud by všechny tři požadavky byly odpovídajícím způsobem splněny, platilo by, že model zachycuje podstupované specifické riziko v plném rozsahu.

Kapitálový požadavek k tržnímu riziku (obecnému i specifickému) by se počítal standardně, tj. jako vyšší z hodnot (VaR je počítán v intervalu spolehlivosti 99 % a době držení 10 obchodních dní):

- VaR předchozího dne, nebo
- $VaR_{60\text{-denní průměr}} \cdot (3 + \text{přirážka k zpětnému testování})$.

Pomocí vzorce tedy:

$$KP = \max \left(VaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) \quad (57)$$

Velice rychle se ovšem ukázalo, že běžně využívané VaR modely výše zmíněné požadavky nejsou schopny do svých postupů plně zakomponovat a v celém rozsahu jim dostat¹¹³.

Důvodem je skutečnost, že specifické riziko leží vlastně na rozhraní rizika tržního a kreditního. Hodnota portfolia nástrojů se specifickým rizikem je pak ovlivňována jak změnou rizikových faktorů, které mají tržní charakter (mění se na denní bázi, jejich změny tendují

¹¹³ Pokud je autorovi známo, od roku 1996, kdy bylo využívání VaR modelů umožněno, nebyl v rámci starých zemí EU schválen k regulatornímu použití žádný VaR model s plným zahrnutím specifického rizika.

k normálnímu rozdělení, změn je relativně velký počet, např. běžné výkyvy cen akcií), tak změnou rizikových faktorů, které se svou podstatou blíží kreditnímu charakteru (objevují se s významně delší než denní periodicitou, jejich počet v průběhu roku je nízký, mají jiné než normální rozdělení, např. změna ratingu emitenta či restrukturalizace splátek úvěrů). Postupy používané pro odhad VaR pak vlastně takovéto rizikové faktory nejsou schopny plně podchytit, neboť jejich změna se nachází za vybraným intervalem spolehlivosti, případně vůbec nemusí být zohledněny v použité řadě změn rizikových faktorů (pokud model používá pro akcii časovou řadu 500 obchodních dní, vliv restrukturalizace splátek úvěrů, která se odehrála před třemi roky, v této časové řadě zahrnut nebude).

Z výše uvedeného vyplývá, že postupy používané ve standardních VaR modelech jsou vlastně schopny zachytit a modelovat pouze část specifického rizika, především složku idiosynkratickou. Idiosynkratické riziko je kalkulováno principiálně na bázi nahrazení obecných tržních rizikových faktorů faktory specifickými pro daný typ nástrojů.

Nejlépe to lze objasnit na příkladu akcií. U akcií lze obecné akciové riziko spočítat tak, že za obecný rizikový faktor je standardně považována změna hodnoty akciového indexu příslušného pro daný trh, jednotlivé akcie jsou pak zastoupeny pouze svojí citlivostí (betou) vůči tomuto indexu. V případě, kdy kromě obecného rizika je požadováno, aby model podchytil i riziko idiosynkratické, pak bude nutné nahradit příslušný akciový index změnou hodnot (returns) jednotlivých akcií, tj. každá akcie vlastně bude samostatným rizikovým faktorem. V hodnotě VaR jsou pak zahrnuty jak dopady výkyvů celého trhu, tak i běžné tržní změny cen jednotlivých akcií.

Idiosynkratické riziko tedy modely zachytit umí, neboť se vlastně jedná o běžné denní výkyvy. V případě ostatních dvou složek je však situace méně příznivá.

Riziko události lze v zásadě ve VaR modelech zachytit jen částečně a nedokonale. Příslušné události (respektive jejich dopad do změny hodnoty cen nástrojů) v použitých časových řadách v některých případech mohou být zachyceny, nicméně četnost výskytu událostí leží za vybraným intervalem spolehlivosti (99 %), případně její dopad přetrvává déle než po stanovenou dobu držení (tj. deset dní). Dopad příslušných událostí pak v hodnotě VaR buď není vůbec vyjádřen, nebo je vliv takovýchto událostí na podstupované riziko značně podhodnocen. Nicméně dopad rizika události je možné do určité míry simulovat v rámci procesu stanovení ekonomického kapitálu, např. použitím tříměsíční doby držení (pak je ovšem třeba používat i tříměsíční změny ve velikosti příslušných rizikových faktorů, nikoli denní).

Riziko selhání pak model není schopen podchytit vůbec, protože rizikové události (např. selhání protistrany) nejsou v používaných historických řadách změn rizikových faktorů zahrnuty buďto vůbec, nebo jen ve velmi omezené míře. Jedná se vlastně již o složku, která je svou charakteristikou velmi blízká riziku kreditnímu. Bylo by zde tedy vhodné spíše používat nástroje pro měření analogické nástrojům používaným pro kreditní riziko v bankovním portfoliu¹¹⁴. Z výše uvedeného vyplývá, že modely založené čistě na VaR přístupu tedy nejsou samy o sobě schopny plně odhadnout velikost podstupovaného rizika události a rizika selhání. Následkem této skutečnosti je pak výsledný odhad podstupovaného specifického rizika nutně podceněný¹¹⁵, čehož si byl vědom i Basilejský výbor pro bankovní dohled. Aby toto podcenění bylo zmírněno a nemělo fatální následky (a zároveň aby bylo možné modely používat i pro specifické riziko), byl akceptován princip tzv. přírážky za specifické riziko¹¹⁶ (tj. dodatečného požadavku na kapitál).

Kapitálový požadavek k obecnému i specifickému riziku pak měl níže uvedenou podobu. Jednalo se o vyšší z hodnot (VaR je počítán v intervalu spolehlivosti 99 % a době držení 10 obchodních dní):

- VaR předchozího dne, zvýšený o přírážku pro specifické riziko, nebo
- $VaR_{60\text{-denní průměr}} \cdot (3 + \text{přírážka k zpětnému testování}) + \text{přírážka k specifickému riziku}$.

Vzorcem tedy:

$$KP = \max \left(VaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) + \text{Přírážka} \quad (56)$$

Přírážka pro specifické riziko byla vlastně kompenzací za skutečnost, že VaR model není schopen v plném rozsahu kvantifikovat riziko události a riziko selhání. Vzhledem ke skutečnosti, že zmíněné dvě složky nebylo možno jinak odhadnout (alespoň při stavu poznání v druhé polovině devadesátých let), výše přírážky se odvozovala od míry idiosynkratického rizika. Mlčky bylo předpokládáno, že existuje relativně úzká vzájemná vazba mezi jednotlivými složkami specifického rizika. Přírážku ke specifickému riziku bylo možné

¹¹⁴ Pro odhad kreditního rizika existují dva základní přístupy:

- Mark-to-market – na konci vybraného období se protistrana může nacházet v jakémkoli z n předem daných ratingových stupňů (včetně defaultu. Riziko pak vyplývá z přechodu k nižšímu stupni.
- Default-mode – na konci vybraného období se dlužník nachází ve dvou stavech – selhání nebo neselhání.

V obou dvou případech se vychází z odhadu rizika pro roční periodu (na rozdíl od VaR, kde se vychází z denní periody).

¹¹⁵ Viz např. Alexander Carol: Market risk analysis. Volume III. Pricing, hedging and trading financial instruments, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 386 p., ISBN 978-0-470-99789-5

¹¹⁶ Viz Basel Committee on Banking Supervision: An internal model-based approach to market risk capital requirements, Basel, Bank for International Settlements, 1995, 21 p., princip rizikové přírážky a způsob jejího stanovení byl do tohoto materiálu doplněn v roce 1997.

stanovovat dvěma vzájemně odlišnými metodami. Nicméně v obou případech se dodatečná přírážka stanovila ve výši průměrné denní hodnoty za posledních 60 dní.

V prvním případě se postupovalo tak, že velikost rizikové přírážky byla rovna části celkového VaR připadající na specifické riziko. Jinak řečeno, analyticky se oddělilo obecné a specifické riziko. Typicky se postupovalo tak, že nejprve se spočítal VaR se zahrnutím specifických rizikových faktorů. Poté byly specifické rizikové faktory vyjmuty, nahrazeny obecnými rizikovými faktory a VaR byl spočítán pouze za pomoci těchto obecných rizikových faktorů. Rozdíl mezi oběma VaR pak byl rizikovou přírážkou (jedná se vlastně o tzv. marginal VaR).

Druhý způsob, jak rizikovou přírážku stanovit, byl založen na odlišném přístupu. Nejprve se pro celé portfolio spočítal celkový VaR. Následně se vybralo subportfolio složené z nástrojů, které generují specifické riziko. Pro toto dílčí subportfolio se pak znovu (stejným VaR modelem) vypočítal VaR. Velikost tohoto VaR pak byl považován za rizikovou přírážku ke specifickému riziku. Jednalo se o metodu, které byla po formální i technické stránce jednodušší. Tento způsob však měl určitou nevýhodu spočívající v tom, že příslušná riziková přírážka pak v sobě obsahovala jak specifické, tak i obecné riziko vybraného subportfolia a tím generovala vyšší kapitálový požadavek než metoda první.

6. Změny ve VaR přístupu

Z toho, co bylo uvedeno v předchozích kapitolách lze vyvodit závěr, že metoda VaR má v sobě má zabudovány předpoklady, díky kterým modely založené na této metodě nejsou schopny plně podchytit podstupované tržní riziko. Predikční schopnost těchto modelů snižuje především skutečnost, že nejsou schopny postihnout ztráty, které mohou nastat za vybranou hladinou spolehlivosti, a dále také fakt, že plně nezachycují specifické riziko.

Velikost rizika vyjádřená v ukazateli VaR tedy může být nižší než skutečně podstupované riziko. Rozdíl většinou nebývá dramatický v době konstantní volatility na finančních trzích, tj. v případě „standardní“ situace na trzích (samozřejmě za předpokladu korektní implementace a dodržování kvalitativních a kvantitativních standardů), nabývá ale na významu v době turbulencí na finančních trzích (reálně dosažená ztráta může i několikanásobně převýšit ztrátu predikovanou).

Výše uvedené slabiny VaR přístupu a také použité metody jejich řešení se staly postupně, s tím, jak se využívání VaR modelů v bankách a ostatních finančních institucích rozšiřovalo, předmětem kritiky a to nejprve ze strany teoretiků¹¹⁷, posléze pak i ze strany regulatorních institucí.

Po teoretické stránce byla aplikovaným řešením vytýkána především pragmatičnost, tj. skutečnost, že zvolená řešení není možné teoreticky podložit a odůvodnit. To platí zejména pro využívání korekčního faktoru (tj. situace, kdy nedostatek spolehlivosti je nahrazován vynásobením hodnoty kalkulované s nižší spolehlivostí stanoveným koeficientem, přičemž velikost koeficientu není teoreticky ani empiricky podložena). Obdobná kritika se snesla i na využívání rizikové přírážky pro chybějící složky specifického rizika. Mezi hlavní výtky zde patří především předpoklad, že existuje vzájemná závislost mezi velikostí idiosynkratického rizika a velikostí rizika události a selhání. Tato závislost nebyla empiricky zjištěna a po teoretické stránce ji lze smysluplně zpochybnit.

Ze strany regulatorních institucí byla kritizována zejména skutečnost, že VaR modely i po zavedení korekčních parametrů generují v mnoha případech relativně nízké rizikové odhady a podceňují potřebu vlastního kapitálu pro tržní riziko, zejména ve srovnání s nově zaváděnými modely pro kreditní a operační riziko. Jako problém byl také vnímán nesoulad mezi intervalem spolehlivosti a dobou držení u VaR (99 % interval, 10 denní doba držení)

¹¹⁷ Pro přehled připomínek a kritických názorů vůči přístupu VaR viz kompilace Basel Committee on Banking Supervision: Messages from the academic literature on risk measurement for the trading book, Working Paper no. 19, Bank for International Settlements Basel 2011, 59 p., ISSN 1561-8854

oproti kreditním modelům, respektive IRB¹¹⁸ přístupu, a modelům pro operační riziko (99,9 % interval a roční doba držení). Problematickou se jevila také skutečnost, že VaR modely nejsou „vpřed hledící“ (forward looking), což podstřeluje potřebu kapitálu v případě náhlé tržní turbulence.

Stejně jako akademická sféra i někteří regulátoři (např. britská FSA) měli kritické výhrady ke konceptu rizikové přírážky pro chybějící složky specifického rizika. Vadila zde především skutečnost, že idiosynkratické riziko představuje pravděpodobně jen menší část celkového specifického rizika a pokrytí chybějících složek přírážkou ve velikosti idiosynkratického rizika nemusí podstupované riziko dostatečně pokrývat. Dále byly zpochybňovány parametry odhadu přírážky, zejména 10-ti denní doba držení. Hlavní argumentace směřovala k tomu, že přestože jednotlivé pozice jsou otevírány a uzavírány na denní bázi, finanční instituce obchodují s papíry více méně stálých emitentů. Pravděpodobnost kreditní události pak vlastně není krátkodobá, ale dlouhodobá a měla by být používána delší doba držení (např. jeden rok jako v případě kreditních modelů). Díky tomu, že pro odhad specifického rizika se používá doba držení 10 dní (a hladina spolehlivosti 99 %), může být pak výsledný požadovaný kapitálový požadavek k danému nástroji v obchodním portfoliu nižší než u stejného nástroje se stejným rizikem v bankovní knize. Takováto situace by byla nekorektní a mohla by vést ke kapitálové arbitráži. Na základě výše zmíněných kritických hlasů došlo postupně k dílčím změnám v přístupu u výpočtu hodnoty VaR a tyto změny se promítly do materiálů publikovaných Basilejským výborem pro bankovní dohled¹¹⁹. Avšak vzhledem ke skutečnosti, že souběžně finišovala práce na novém rozšířeném konceptu kapitálové přiměřenosti (tzv. Basel II), který se změnám v oblasti tržního rizika systémově vyhýbal a zároveň využívání VaR modelů bankami v dané době negenerovalo žádné skutečně významné problémy a ztráty, změny byly spíše kosmetické.

Asi jedinou významnější změnou bylo postupné zrušení možnosti používat rizikovou přírážku stanovenou na základě idiosynkratického rizika. Způsob jejího nahrazení byl však stanoven značně nekonkrétně a umožňoval velkou flexibilitu v implementaci této změny ze strany národních regulátorů. Basilejský výbor pro bankovní dohled předpokládal, že banka

¹¹⁸ Internal rating based approach, postup pro stanovení podstupovaného kreditního rizika na základě interních odhadů bank. Základní charakteristika IRB přístupu je uvedena v příloze B „Co je IRB přístup“. Pro detailní seznámení s požadavky na IRB systém viz Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004, 251 p., ISBN 92 - 9131-669-5

¹¹⁹ Viz Basel Committee on Banking Supervision: Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, Basel, Bank for International Settlements, 2005, 63 p., ISBN 92-9131-695-4

zohlední riziko události ve svém interně stanoveném kapitálu, aniž by však detailněji stanovoval postup či standardy, jak toto zohlednění provést. Riziko selhání pak mělo být podchyceno ve standardu srovnatelného s přístupem IRB, aniž by však opět bylo řečeno, jakým způsobem se má postupovat.

Situaci dramaticky změnila globální finanční krize z let 2007-2008, ke které došlo v důsledku selhání amerického hypotéčního trhu. Dopad krize na bankovní sektor byl významný, mimo jiné i kvůli skutečnosti, že v naturelu finančních trhů došlo od roku 1996, kdy bylo umožněno VaR modely využívat, ke značné změně. V polovině devadesátých let byla portfolia bank tvořena převážně pozicemi v jednoduchých nástrojích, jejichž hodnota byla ovlivňována především tržními rizikovými faktory, a trhy, na kterých tyto nástroje byly obchodovány, byly dostatečně ve většině případů dostatečně likvidní (jak do hloubky, tak i do šířky).

V průběhu následující dekády se situace podstatně změnila, zejména u velkých, mezinárodně aktivních bank. V jejich portfoliích dramaticky narostl počet strukturovaných obchodovatelných kreditních nástrojů s nelineární rizikovou charakteristikou vůči kreditním rizikovým faktorům (typicky ve formě kreditních derivátů či sekuritizovaných expozic), přičemž likvidita trhu těchto nástrojů je problematická (dané nástroje se obchodují ve velkém objemu, trh je tedy hluboký, nicméně je úzký, převažující část transakcí provádí několik málo velkých hráčů).

Banky utrpěly v důsledku finanční krize z let 2007-2008 systémově významné ztráty, přičemž tyto ztráty byly z významné části zapříčiněny podhodnocením postupovaného tržního a specifického rizika díky nižší predikční síle využívaných VaR modelů, a značný objem těchto ztrát byl generován právě obchodovatelnými kreditními nástroji. Jedním z logických důsledků těchto ztrát pak byl nárůst kritických hlasů požadujících změny v konceptu využívání modelů VaR, přičemž tyto hlasy nebylo nadále již možné nebrat do úvahy.

Lepší představu o velikosti reálně dosažených ztrát je možné si udělat z následujícího přehledu. The Trading Book Group (pracovní skupina volně spojená s Basilejským výborem pro bankovní dohled) se pokusila získat data o ztrátách, které banky utrpěly ze svých obchodních aktivit na finančních trzích v době finanční krize (konkrétně od ledna 2007 do března 2009)¹²⁰. Průzkumu se zúčastnilo pět velkých amerických bank a 10 bank (domácích i zahraničních) operujících ve Velké Británii.

¹²⁰ Blíže viz Basel Committee on Banking Supervision: Fundamental review of the trading book (consultative dokument), Basel, Bank for International Settlements, 2012, 99 p., ISBN 92-9131-129-4

Celková ztráta vybraných bank činila celkem 365 mld. USD. Značná část ztrát pak byla zapříčiněna poklesem reálné hodnoty obchodovaných kreditních nástrojů, přičemž změnu reálné hodnoty zavinil především pokles kreditní kvality obchodovaných nástrojů. Jednalo se především o sekuritizované cenné papíry¹²¹, ať již MBS, ABS či CDO, a také kreditní deriváty, jak ukazuje graf č. 2. Ale významné ztráty se objevily i u relativně jednoduchých produktů (syndikace), což lze vysvětlit poklesem jejich hodnoty v důsledku nízké tržní likvidity. Více než dvě třetiny ztrát (73 %) bylo generováno nástroji zařazenými do obchodního portfolia. Navíc i v bankovním portfoliu převážná většina ztrát (95 %) byla způsobena nástroji, které mají obchodovatelný charakter, nejsou drženy dlouhodobě a jsou tedy přeceňovány na reálnou hodnotu (tzn., že pokles jejich hodnoty se při každém přecenění promítne do ztráty, přičemž ztráta se automaticky odečítá od vlastního kapitálu).

Tab. č. 13: Ztráty bank z obchodování na finančních trzích dle regulatorního a účetního zařazení (v mld. USD)

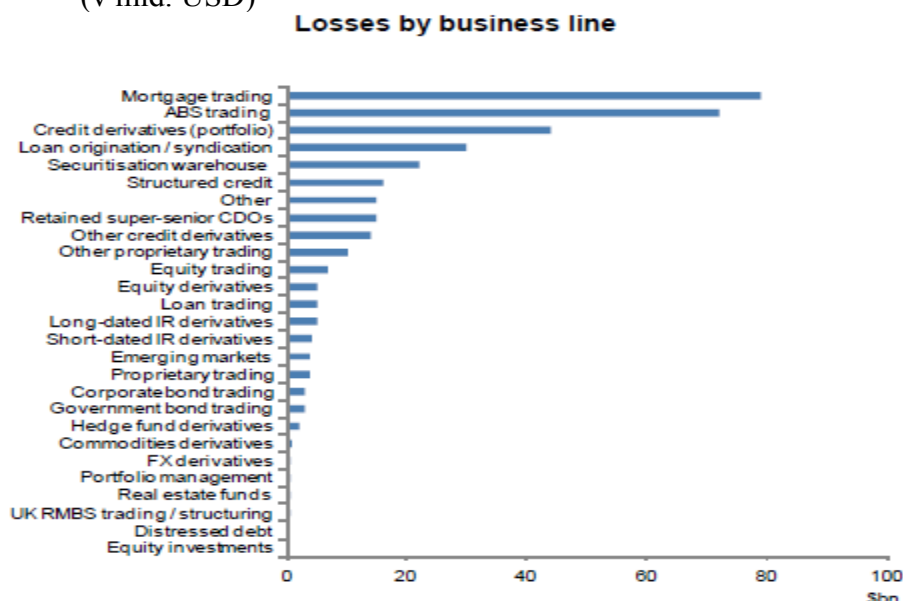
Regulatorní zařazení		Účetní zařazení (dle IFRS)	
Obchodní portfolio	265	Reálná hodnota	349
Bankovní portfolio	100	Amortizovaná hodnota	15
Celkem	365	Celkem	365

Zdroj: Basel Committee on Banking Supervision: Fundamental review of the trading book (consultative dokument), Basel, Bank for International Settlements, 2012, 99 p., ISBN 92-9131-129-4

¹²¹ Sekuritizace je transakce, při které jsou aktiva z bilance původce převedena (právně či ekonomicky) na třetí stranu (typicky SPV). Třetí strana pak vydá cenné papíry, které jsou rozčleněny do tranší s odlišnou úrovní podstupovaného kreditního rizika. Splacení těchto papírů je závislé na bonitě podložených aktiv, nikoliv na bonitě původce. Pokud se v podkladovém portfoliu aktiv objeví ztráta, jako první dopadne na držitele nejhorší tranše. Teprve až poté, kdy velikost ztráty v podkladovém portfoliu převýší velikost nejhorší tranše, se ztráta přenesla na držitele další tranše. Sekuritizované cenné papíry se pak často nazývají podle typu podkladových aktiv – Mortgage back securitis (MBS, podkladem jsou hypotéky), Collateralised debt obligations (CDO, podkladem jsou úvěry) či Asset back securities (ABS, podkladem jsou ostatní aktiva)

Graf č. 2: Ztráty bank při finanční krizi dle jednotlivých obchodních linií

(v mld. USD)



Zdroj: Basel Committee on Banking Supervision: Fundamental review of the trading book (consultative dokument), Basel, Bank for International Settlements, 2012, 99 p., ISBN 92-9131-129-4

Výše zmíněné události vedly k tomu, že již v roce 2008 začal Basilejský výbor pro bankovní dohled připravovat zásadnější změnu, která významným způsobem modifikuje velikost a způsob stanovení kapitálových požadavků pomocí VaR přístupu (což se samozřejmě věcně promítne i do interních postupů bank a ostatních finančních institucí). Definitivní znění těchto změn pak bylo vydáno na BCBS nezvykle rychle, již v roce 2009¹²².

Změny se koncentrují především do dvou hlavních oblastí. První oblastí je způsob stanovení celkového kapitálového požadavku, který by měl být natolik robustní, aby absorboval i ztráty v období stresové situace na finančním trhu. Druhou oblastí změn je pak vytvoření nových standardů pro odhad velikosti rizika události a selhání.

Otázkou samozřejmě zůstává, do jaké míry navržené změny povedou k odstranění slabých míst v přístupu VaR, přesnějšímu odhadu skutečně podstupovaného tržního rizika a zvýšené odolnosti bank vůči případným ztrátám v období stresové situace na finančním trhu.

¹²² Viz Basel Committee on Banking Supervision: Revisions to the Basel II market risk framework, Basel, Bank for International Settlements, 2009, ISBN 92-9131-774-8

6.1. Nový způsob stanovení celkového kapitálového požadavku

První ze zásadních změn, ke kterým dochází, se týká způsobu stanovení celkového kapitálového požadavku k (obecnému) tržnímu riziku. Nově se totiž zavádí koncept tzv. stresové rizikové hodnoty neboli stresového VaR. Pomocí stresového VaR se poté stanoví stresový kapitálový požadavek k tržnímu riziku. Tento stresový kapitálový požadavek se následně přičte ke kapitálovému požadavku k tržnímu riziku spočteném na základě „standardního“ VaR a získá se tak celkový kapitálový požadavek.

Jak již bylo dříve zmíněno (viz rovnice 56), doposud se kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku (dále „standardní“ kapitálový požadavek) stanovoval jako maximum z níže uvedených hodnot:

- VaR předchozího dne (VaR je počítán v intervalu spolehlivosti 99 % a době držení 10 obchodních dní), nebo
- $VaR_{60\text{-denní průměr}} \cdot (3 + \text{přirážka k zpětnému testování})$

Formálně tedy:

$$KP_{\text{standard}} = \max \left(VaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) \quad (56)$$

$VaR_{60\text{-denní průměr}}$ je průměrný VaR za posledních 60 obchodních dní (denní VaR je opět počítán v intervalu spolehlivosti 99 % a době držení 10 obchodních dní). Přirážka k zpětnému testování (neboli plus faktor) se pak pohybuje mezi 0-1 v závislosti na výsledcích zpětného testování, tj. na počtu převýšení za posledních 250 obchodních dní.

Na tomto způsobu výpočtu se nic nemění, zůstává nadále v platnosti. VaR (dále „standardní“ VaR) je počítán pro aktuální hodnotu otevřených pozic portfolia, přičemž se používá „aktuální“ časová řada změn rizikových faktorů (returns) a z nich odvozených volatilit a korelací. Znamená to tedy, že časová řada změn rizikových faktorů je spočítána z posledních 250 (anebo případně více, pokud je v modelu pro výpočet VaR používána delší časová řada) pozorovaných denních hodnot rizikových faktorů předcházející okamžiku výpočtu velikosti VaR.

Novinkou je však skutečnost, že podle nového přístupu bude navíc banka pro aktuální hodnotu otevřených pozic portfolia kalkulovat tzv. stresový VaR. Co to vlastně stresový VaR je a v čem se způsob jeho stanovení liší od výpočtu „standardního“ VaR? Základní (a také jediná podstatná) odlišnost spočívá v použití jiných časových řad změn rizikových faktorů. V případě „standardního“ VaR se bude vycházet z aktuální časové řady, zatímco v případě stresového VaR je požadováno použití historické časové řady.

Stresový VaR bude počítán pro stejné portfolio jako „standardní“ VaR. Stejná bude též hladina spolehlivosti (tj. 99 %) a také požadovaná doba držení 10 dní (nicméně postup, jak desetidenní VaR získat, není regulatorně nijak upraven, není například zřejmé, zdali je možné použít denní VaR vynásobený odmocninou z deseti). Odlišná nebude ani sada vybraných rizikových faktorů, jejichž změna ovlivňuje hodnotu portfolia. Pro stanovení hodnoty stresového VaR však bude použita odlišná, historická časová řada změn rizikových faktorů.

Tato časová řada musí zahrnovat historické období souvislých 250 obchodních dní. Toto období by mělo být vybráno tak, aby vzhledem ke struktuře portfolia bylo charakterizováno významnými stresovými podmínkami na trhu. Vybraná historická časová řada podléhá souhlasu regulátora a její relevance by měla být bankou pravidelně¹²³ přezkoumávána.

Stresový VaR (na rozdíl od „standardního“ VaR) však není nutné počítat na denní bázi. Minimální požadovaná periodicita výpočtu je týdenní (tj. je pravděpodobně možné spočítat VaR pouze jedenkrát v týdnu a výslednou hodnotu používat ve zbylých obchodních dnech v týdnu).

Porovnání parametrů „standardního“ a stresového VaR je pro přehlednost provedeno v následující tabulce:

Tab. č. 14: Porovnání „standardního“ a stresového VaR

	„Standardní“ VaR	Stresový VaR
Portfolio pro výpočet	Aktuální	Aktuální
Hladina spolehlivosti	99 %	99 %
Doba držení	10 dní	10 dní
Vybrané rizikové faktory	Stejně	Stejně
Časová řada rizikových faktorů	Aktuální	Historická
Délka této řady	250 dní či delší	Vždy 250 dní
Minimální frekvence výpočtu	Denní	Týdenní
Zpětné testování	Nutná součást	Nepožadováno

Zdroj: vlastní zpracování dle Basel Committee on Banking Supervision: Revisions to the Basel II market risk framework, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 35 p., ISBN 92-9131-774-8

Poté, co je znám výsledný stresový VaR, je možné stanovit stresový kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku. Postupuje se analogicky jako v případě výpočtu „standardního“ kapitálového požadavku. Kapitálovým požadavkem je vyšší z hodnot:

- stresového VaR předchozího dne, nebo
- $\text{VaR}_{60\text{-denní stress průměr}} \cdot (3 + \text{přirážka k zpětnému testování})$,

přičemž $\text{VaR}_{60\text{-denní stress průměr}}$ je průměrný stresový VaR za posledních 60 obchodních dní.

Vzorcem tedy:

¹²³ Český regulatorní rámec, konkrétně Vyhláška ČNB 123/2007 Sb., požaduje roční periodicitu přezkoumání

$$KP_{\text{stres}} = \max \left(sVaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} sVaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) \quad (58)$$

Přirážka k zpětnému testování (neboli plus faktor) se pak pohybuje mezi 0-1, opět v závislosti na výsledcích zpětného testování (tj. na počtu převýšení za posledních 250 obchodních dní). V tomto případě se však (poněkud paradoxně) zpětně netestuje stresový VaR (povinnost zpětně testovat stresový VaR není uložena), nýbrž velikost přirážky je dána výsledky zpětného testování „standardního“ VaR. Pokud se tedy zvýší plus faktor u „standardního“ kapitálového požadavku, automaticky se o stejnou hodnotu navýší i u stresového kapitálového požadavku.

Celkový kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku je pak nutné stanovovat s minimálně denní frekvencí a jeho velikost je určena součtem „standardního“ kapitálového požadavku a stresového kapitálového požadavku. Formálně tedy je tento požadavek dán níže uvedeným vzorcem:

$$KP = \max \left(VaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) + \max \left(sVaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} sVaR_{t-i} \right) \cdot (3 + \text{plus faktor}) \right) \quad (59)$$

6.2. Nové standardy pro odhad specifického rizika

Druhá oblast změn se týká problematiky specifického tržního rizika. V tomto případě dochází k zásadní změně pravidel způsobu odhadu jednotlivých složek specifického rizika, včetně vytvoření nových standardů pro odhad velikosti rizika události a selhání. V principu lze konstatovat, že navržené změny směřují jednak k rozšíření rizikových faktorů vstupující do VaR modelu a dále pak předpokládají, že rizikové faktory, které mají kreditní charakter a v rámci postupů pro odhad VaR je není možné podchytit, budou zachyceny separátním modelem, jehož výstup se pak přičte k celkovému kapitálovému požadavku k tržnímu riziku. Navíc u některých vybraných nástrojů (některé typy sekuritizací a kreditních derivátů) bude možné využívat jenom standardizovanou metodu, nikoli interní modely.

První významnou změnou je požadavek, aby bankou používaný VaR model (pokud tedy banka nechce pro specifické riziko používat standardizovanou metodu) byl schopen sám o sobě plně zachytit riziko události. Nebude stačit, tak jak bylo možné dosud, podchytit riziko události jinou metodou a jeho dopady následně zohlednit pouze v interním kapitálu v rámci Pilíře II. V případě, kdy riziko události (respektive rizikové faktory, které determinují jeho velikost) nebude ve VaR modelu plně zachyceno, nepodchycená část tohoto rizika musí být

identifikována a stane se součástí dodatečného rizika migrace a selhání dle následujícího odstavce.

V souhrnu celkových kapitálových požadavků ke specifickému riziku pak bude třeba navíc zohlednit ještě riziko selhání a dále pak také nově riziko migrace. Za riziko migrace je považováno riziko negativní změny tržní hodnoty nástroje vyplývající ze změny interního či externího ratingu emitenta¹²⁴. Jinými slovy, specifické riziko se již neskládá ze tří, ale ze čtyř složek (idiosynkratické riziko, riziko události, riziko migrace a riziko selhání).

Riziko migrace a riziko selhání nemusí být zachyceny VaR modelem, mohou být odhadnuty jinou metodou, aniž by bylo explicitně stanoveno, která metoda je přípustná a která naopak nikoli. Samozřejmě však pouze za předpokladu, že zvolená metoda splňuje stanovené podmínky, jak je uvedeno dále. Ta část rizika migrace a selhání, která není podchycena přímo VaR modelem, ale je odhadovaná jinou metodou, se pak nazývá dodatečné riziko migrace a selhání (incremental risk).

Tab. č. 15: Nová definice složek specifického rizika

<i>Specifické riziko</i>	<i>Idiosynkratické riziko:</i> riziko, že pohyb ceny konkrétního nástroje nebude v souladu s pohybem trhu, ale bude se od něj odlišovat, přestože pro to není žádný fundamentální důvod.	Riziko pokryté VaR modelem
	<i>Riziko události:</i> riziko ztráty zapříčiněné událostí (publikování hospodářských výsledků, změna managementu, atd.), která bude mít neočekávaný významný dopad na tržní hodnotu nástroje	Riziko VaR modelem nepokryté (<i>incremental risk</i>)
	<i>Riziko migrace:</i> riziko negativní změny tržní hodnoty nástroje vyplývající ze změny interního či externího ratingu emitenta	
	<i>Riziko selhání:</i> riziko, že emitent nedodrží (či trh očekává, že nedodrží) z různých důvodů své závazky.	

Zdroj: vlastní zpracování dle Revisions to the Basel II market risk framework, BCBS, 2009

Při odhadu dodatečného rizika migrace a selhání (a tím pádem i při stanovení kapitálového požadavku) je pak dán explicitní požadavek, že takovýto odhad by měl dosáhnout standardu srovnatelného s přístupem založeným na interním ratingu (IRB přístup) ke kreditnímu riziku.

¹²⁴ K problematice ratingu a ratingových agentur viz např. Sůvová, Kozelková., Zeman, Bauerová: Eligibility of External Credit Assessment Institutions, CNB, Prague, Research and policy notes, 3/2005, 62 p., ISSN 1803-7089

Jinými slovy to znamená, že výpočet těchto rizik (nad rámec zachycený VaR) by měl být prováděn na hladině spolehlivosti 99,9 % a době držení 1 rok. To je rozdíl oproti přístupu k obecnému tržnímu riziku a idiosynkratickému riziku, u kterých nadále bude velikost podstupovaného rizika odhadována na hladině spolehlivosti 99 % a době držení 10 dní. Basilejský výbor pro bankovní dohled¹²⁵ tento eklektický přístup považuje za vyrovnanou volbu mezi koncepční správností na straně jedné a praktickou aplikovatelností na straně druhé¹²⁶. Velikost podstupovaného dodatečného rizika migrace a selhání by pak měla být kalkulována minimálně jednou týdně.

Roční doba držení má samozřejmě dopad do odhadu potenciální ztráty. Ztráty způsobené jinými než obecnými faktory tržního rizika (mezi obecné faktory patří zejména měnové kursy, bezrizikové výnosové křivky, akciové indexy a případně ceny komodit) budou muset být odhadovány za roční období. Vzhledem ke skutečnosti, že ztráty nebudou v čase s největší pravděpodobností rozloženy normálně (stejně jako tomu není u kreditního rizika), nebude umožněno použít denní období a rozšířit ho na roční pomocí pravidla druhé odmocniny z 250, naopak bude nutné použít roční období.

Výběr roční doby držení vychází zejména ze snahy o sladění podmínek pro cenné papíry (které stanovují kapitálový požadavek ke specifickému riziku) a pro ostatní nástroje obchodované na finančních trzích (mezibankovní depozita, repooperace, deriváty atd.), které stanovují kapitálový požadavek k riziku protistrany, tj. ke kreditnímu riziku. V případě kalkulace kapitálového požadavku k riziku protistrany¹²⁷ je již nyní roční doba držení požadována, přičemž naturel obou rizik je dle názoru Basilejského výboru pro bankovní dohled obdobný.

V obou dvou případech není pravděpodobné, že by banka i v případě značných krátkodobých ztrát významně snížila rozsah obchodování na finančních trzích a tím snížila podstupované riziko. To je zapříčiněno především tím, že pokud banka chce pokračovat ve svém podnikání (going concern), nemůže své operace jednoduše zastavit. Pokud je např. tvůrcem trhu, má závaznou povinnost (v případě nástrojů obchodovaných na burzách) kótovat a za kótovanou cenu nakupovat a prodávat nástroje, případně ostatní hráči na trhu očekávají

¹²⁵ Viz. Basel Committee on Banking Supervision: Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 71 p., ISBN 92-9131-744-6

¹²⁶ Basilejský výbor pro bankovní dohled však nevylučuje možnost, že v budoucnu, po zhodnocení přínosů, se koncept aplikovaný na dodatečné riziko migrace a selhání rozšíří i na idiosynkratické a teoreticky i na obecné riziko.

¹²⁷ Banka má po regulatorním schválení možnost pro kapitálové požadavky ke kreditnímu riziku včetně kreditního rizika nástrojů obchodovaných na finančním trhu používat přístup založený na interním ratingu (IRB), přičemž tento přístup vychází právě z roční doby držení a hladiny spolehlivosti 99,9%.

(u OTC nástrojů), že se takto zachová. Banka je tak vlastně nucena permanentně přijímat určitou úroveň podstupovaného rizika, protože tím v zásadě podporuje své (budoucí) příjmové aktivity.

S ohledem na obezřetný odhad rizika je tedy v novém konceptu akceptován předpoklad, že úroveň podstupovaného dodatečného rizika migrace a selhání je v horizontu jednoho roku konstantní. Pokud by tedy došlo k změně v úvěrové kvalitě jednotlivých nástrojů (či pozic vyplývajících z těchto nástrojů), tyto nástroje budou postupně z portfolia odstraněny a nahrazeny jinými tak, aby počáteční požadovaná úroveň rizika zůstala zachována. Doba, v průběhu které budou příslušné pozice uzavřeny a nahrazeny, se nazývá horizont likvidity (liquidity horizon). Zjednodušeně lze konstatovat, že horizont likvidity ve v tomto přístupu vlastně nahrazuje splatnost nástrojů (splatnost je naopak využívána např. v IRB přístupu ke kreditnímu riziku). Horizont likvidity je odlišný pro různé kategorie finančních nástrojů.

Horizontem likvidity je tedy v tomto kontextu myšleno období nutné k uzavření či zajištění pozic v portfoliu v případě stresové události. Jak již bylo zmíněno, jeho délka je odlišná pro různé kategorie finančních nástrojů. Banka by tuto periodu měla odhadovat na základě konzervativní a obezřetných předpokladů, přičemž perioda by měla být dostatečně dlouhá na to, aby prodej nástroje či nákup zajištění neměl významný negativní vliv na dosaženou cenu (jinými slovy aby si banka díky takovéto transakci neprohloubila dosaženou ztrátu). Např. koncentrované pozice by měly mít delší horizont likvidity než diverzifikované, stejně tak jako nástroje obchodované na mělkém (tj. trhu, kde je malý obrat) nebo úzkém (tj. trhu, kde obrat může být velký, ale počet hráčů je nízký) sekundárním trhu. Nástroje v investičním stupni ratingu by měly mít nižší horizont likvidity než nástroje oceněné spekulacním stupněm ratingu atd.

U nejlikvidnějších nástrojů (jako jsou např. akcie z hlavních indexů uznaných burz nebo benchmarky typu rozpětí mezi eurodolarovými úrokovými deriváty a výnosy státních dluhopisů) je minimální horizont likvidity 1 měsíc. U ostatních nástrojů se předpokládá horizont likvidity minimálně ve výši tří měsíců, z výjimkou resekuritizovaných cenných papírů, kde je horizont likvidity roven době držení, tj. je jeden rok.

V rámci odhadu podstupovaného rizika (a tím i velikosti kapitálového požadavku) je možné akceptovat a zohlednit zajištění. Je možné zohlednit jak zajištění externí, např. nákup zrcadlově obrácené pozice, či pokrytí pozice credit default swapem, tak i zajištění interní. Interním zajištěním je v tomto kontextu myšlena možnost pokrýt pozici v obchodním portfoliu obrácenou pozicí v portfoliu bankovním, případně uzavřít s bankovní knihou derivát.

Rozsah a způsob zohlednění zajištění v zásadě není exaktně stanoven, je ponechán na diskusi mezi bankou a regulátorem.

Vzhledem ke skutečnosti, že doba držení se zvýšila na rok a hladina spolehlivosti na 99,9 %, není (stejně jako u kreditního rizika) vyžadováno zpětné testování, respektive výsledek interně prováděného testování nebude zohledněn v navýšení kapitálového požadavku.

Basilejský výbor pro bankovní dohled si je dle svých vlastních slov vědom neexistence tržního úzu či nejlepší praxe při modelování dodatečného rizika migrace a selhání. Proto explicitně připouští, že modely pro toto riziko se mohou značně lišit a metody používané pro odhad výše zmíněného rizika pak mohou u jednotlivých bank být založeny na značně odlišných předpokladech a východiskách.

Pro odhad dodatečného rizika migrace a selhání jsou tedy zatím přípustné jak modely založené na rozšíření standardního VaR přístupu (vyšší doba držení, vyšší interval spolehlivosti, vyšší počet rizikových faktorů a umocňovatelů, nenormalita rozložení jejich změn) přes postupy založené na simulaci jednorázových významných a vzájemně propojených změn specifických rizikových faktorů až po metody standardně používané pro simulace podstupovaného kreditního rizika (což je poněkud překvapující, neboť v bankovním portfoliu v současnosti naopak interní modely pro odhad kreditního rizika nejsou pro účely stanovení kapitálových požadavků povoleny) .

Mezi tyto metody, které jsou explicitně zmíněny jako přípustné, patří např. metody založené na difusním (někdy nazývané mark-to-market) přístupu. Jejich princip spočívá v tom, že na konci vybraného období se protistrana (či emitent) může nacházet v jakémkoli z n předem daných ratingových stupňů (včetně defaultu). Riziko pak vyplývá z pravděpodobnosti přechodu k nižšímu stupni. Nejznámějším příkladem takového modelu je Credit Metrics vytvořený holdingem J. P. Morgan¹²⁸.

Druhým typem kreditních modelů, které jsou také explicitně zmíněny jako přípustné, jsou modely založené na přístupu default-mode (někdy jsou také nazývané jump-to-default modely). Na rozdíl od předchozího typu se hodnocený dlužník na konci vybraného období může nacházet jen ve dvou protikladných stavech – selhání nebo neselhání. Tento typ je

¹²⁸ Jedná se vlastně o určitou dobu VaR přístup, tj. odhaduje se maximální možná ztráta z kreditního portfolia na dané hladině spolehlivosti za daný časový interval (většinou rok). Za ztrátu je pak považován pokles hodnoty portfolia (v present value) způsobený pravděpodobností přechodu aktiv z jednoho ratingového stupně do stupně druhého. Současná hodnota se získá diskontováním budoucích peněžních toků, přičemž diskontem je křivka odvozená z bezkuponových dluhopisů relevantních pro daný ratingový stupeň. Základem modelu je ratingová matice pravděpodobnosti přechodu, přičemž pro stanovení velikosti rizika jsou do úvahy brány pravděpodobnosti všech možných přechodů.

representován například modelem KMV (dle počátečních písmen jeho autorů, S. Kealhofer, J. McQuown, O. Vasicek)¹²⁹.

Z výše uvedeného vyplývá, že používané modely mohou být založené na odlišných předpokladech, aniž by existovala ustálená a obecně akceptovaná tržní praxe, o kterou by se při tvorbě modelu bylo možné opřít. Snadno tak může dojít k situaci, kdy banka bude používat pro odhad dodatečného rizika migrace a selhání postupy, které regulátor nebude považovat za zcela konzistentní s regulatorními požadavky a očekáváními.

V takovém případě je přípustné, aby banka svůj ne zcela konzistentní model nadále pro kapitálové účely používala, nicméně výsledný odhad dodatečného rizika migrace a selhání pak bude nutno navýšit. Navýšení bude provedeno vynásobením odhadu dodatečného rizika koeficientem, který bude stanoven dohodou mezi bankou a regulátorem (jeho velikost, stejně jako způsob odvození není zatím nijak určen, v zásadě je ponechán na rozhodnutí regulátora).

Poslední změnou, která však s největší pravděpodobností nebude mít na banky v ČR v současnosti žádný dopad, je způsob zacházení se sekuritizovanými cennými papíry a kreditními deriváty n-tého selhání¹³⁰. Specifické riziko u sekuritizovaných nástrojů a kreditních derivátů n-tého selhání (n-to-default) je v principu možné stanovovat pouze standardisovanou metodou, jejich zařazení do VaR modelu není přípustné. Výjimkou jsou ty sekuritizované papíry a kreditní deriváty, které banka může zařadit do tzv. portfolia obchodování s korelací (correlation trading portfolio).

Aby bylo možné nástroj do tohoto portfolia zařadit, musí pro ně především existovat likvidní oboustranný trh (tj. dostatečné množství nakupujících i prodávajících). Explicitně vyloučeny jsou resekuritizace (tj. nástroje, kde podkladovými aktivy jsou sekuritizované cenné papíry) stejně jako deriváty neposkytující proporcionální (pro-rata) podíl na sekuritizované tranši (např. opce na sekuritizované tranše). Dále jsou též explicitně vyloučeny nástroje, jejichž referenčním či podkladovým nástrojem jsou retailové¹³¹ nebo hypotéční aktiva.

¹²⁹ Model je založený na přístupu „Default-mode“. Předpokladem je, že pravděpodobnost selhání je endogenní veličina odvoditelná od struktury aktiv a pasiv. Selhání nastane, pokud hodnota aktiv spadne pod stanovenou hodnotu (krátkodobé zadlužení + polovina dlouhodobého zadlužení). Poté je možno odhadnout vzdálenost od defaultu. Z tohoto údaje se pak na základě historických dat stanoví očekávaná frekvence selhání (EDF, expected default frequency) v portfoliu. Metoda je v zásadě odvozena od přístupu k oceňování opcí.

¹³⁰ Jedná se o kreditní derivát, kdy referenčním aktivem není jedno aktivum, ale koš aktiv. Plnění z derivátu nastává až v okamžiku, kdy selže n-té aktivum v koši (např. druhé).

¹³¹ Za retail jsou považovány pohledávky za domácnostmi, případně malými a středními podniky, pokud nepřesahují velikost 1 mil EUR a jsou spravovány na portfoliové bázi.

Pro portfolio obchodování s korelací je nově zaveden speciální přístup, tzv. komplexní riziková míra (comprehensive risk measure), kdy je vlastně možné počítat veškeré tržní riziko (jak obecné, tak i specifické) v jednom modelu, ale při intervalu spolehlivosti 99,9 % a roční době držení.

7. Kritické zhodnocení změn

Klíčovou otázkou je, zdali nově zaváděné změny přispějí k eliminaci slabých míst VaR, k přesnějšímu odhadu skutečně podstupovaného tržního rizika, k jeho lepšímu řízení a tím následně ke zvýšené odolnosti bank vůči případným ztrátám v období stresové situace na finančním trhu.

Je třeba kriticky zhodnotit, zdali nové navrhované změny jsou konzistentní s logikou VaR přístupu a zdali povedou ke skutečnému snížení podstupovaného rizika. Anebo zdali naopak tyto změny povedou k distorzím, ať již v rámci VaR přístupu, nebo v rámci celé kapitálové přiměřenosti, a tyto distorze nebudou vyváženy vyšší rizikovou citlivostí a přesností měření.

Přijaté změny v konceptu odhadu VaR je vhodné rozebrat odděleně, neboť se týkají odlišných částí tohoto přístupu.

Nejprve je analyzován stresový VaR, neboť jeho dopad na sektor bude širší. Smyslem jeho zavedení je úprava výše celkového kapitálového požadavku k obecnému tržnímu riziku tak, aby byl natolik robustní, že absorbuje ztráty v případě mimořádné stresové situace na finančním trhu. Vzhledem ke skutečnosti, že se týká obecného rizika, zavedení stresového VaR bude mít dopady na všechny banky využívající VaR pro regulatorní účely. Následně pak jsou analyzovány změny v oblasti specifického rizika, tj. podchycení dodatečného rizika migrace a selhání.

7.1. Dopady zavedení stresového VaR

Jak již bylo dříve zmíněno, princip stresového VaR spočívá v tom, že nejprve se spočítá kapitálový požadavek na základě „standardního“ VaR (tj. VaR založeného na aktuální časové řadě změn rizikových faktorů), poté se spočítá stresový kapitálový požadavek na základě stresového VaR (tj. VaR založeného na vybrané historické řadě změn za souvislých 250 obchodních dní) a oba dva kapitálové požadavky se sečtou.

Část problémů vyplývá ze skutečnosti, že přestože zavedení stresového VaR do konceptu stanovení kapitálových požadavků je změnou zásadní, popis této změny v příslušném basilejském dokumentu¹³² je velice stručný. Tím se ale otevírá řada technických otázek, jejichž řešení není upraveno. Otevírá se tak značný prostor pro odlišný přístup národních jurisdikcí.

¹³² Basel Committee on Banking Supervision: Revisions to the Basel II market risk framework, Basel, Bank for International Settlements, 2009, ISBN 92-9131-774-8

První otázkou, která zde vystane, je zdali mají být jednotlivá pozorování v historické časové řadě váženy či nikolivěk, tj. zdali mají mít některá pozorování nižší váhu než ostatní. Lze argumentovat, že vzhledem ke skutečnosti, že účelem stresového VaR není zachycení aktuálních tržních výkyvů, nýbrž zachycení dopadů historického období s významnými stresovými podmínkami na trhu, nemá vážení typu „novější pozorování mají vyšší váhu než starší“ logický smysl. Tuto argumentaci podporuje i současná praxe regulátorů a bank, kteří zatím tendují u stresového VaR k používání nevážených časových řad.

Nicméně situace není tak zcela jednoznačná. Kontraargumentace souvisí také s délkou vybrané historické časové řady (perioda 250 dní) a časovou délkou turbulencí na finančních trzích. Pro tyto turbulence je dosti běžné, že jejich délka je kratší než jeden rok a to v mnoha případech významně. Typické je, že mimořádné výkyvy trvají jeden až čtyři týdny, následné období vyšší volatility cca až tři měsíce po prvním propadu a následně se situace na trhu uklidní a výkyvy jsou opět nízké.

Lze to doložit např. na české měnové krizi z jara 1997¹³³. Ta začala 19.5. 97 a nejvyšší výkyvy byly zaznamenány v prvních dvou týdnech. Období s vysokou volatilitou úrokových sazeb přetrvávalo až do konce června, nicméně v následujícím období již byl trh stabilizovaný.

Pokud by takováto perioda byla pro stresový VaR vybrána a všechna pozorování v této řadě budou mít stejnou váhu, může pak dojít k situaci, kdy výsledná volatilita bude díky velkému počtu stabilních pozorování ve zbytku roku významně nižší, než by odpovídalo skutečné volatilitě v období turbulencí. Banka pak může podstupovat ve stresové situaci riziko, které bude významně větší než výsledek stresového VaR. Situaci je možné řešit dvojím způsobem. Buďto právě tím, že pozorováním v období stresu bude přiřazena vyšší váha (není však jasné na základě čeho jí stanovit) anebo elegantněji zkrácení délky časové řady (to ale pro změnu Basilejský výbor neumožňuje).

Neřešenou otázkou také zůstává, jak postupovat v situaci, kdy portfolio banky je natolik diverzifikované (např. geograficky), že historická časová řada relevantní pro jednu část portfolia nemá význam pro části ostatní. Jednoduchým příkladem je situace, kdy banka má obchodní aktivity jednak na českém trhu a jednak na ruském trhu. Časová řada založená na výše zmíněné měnové krizi je pak zjevně irelevantní pro ruskou část portfolia.

V takovém případě je pravděpodobně vhodné použít různá historická časová období, není ovšem zřejmé, jak stanovit korelace mezi rizikovými faktory pro odlišná časová období

¹³³ Viz databáze Arad, Česká národní banka, [online] [10.7. 2012]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/rok.txt?year=1997&show=Spustit+sestavu

(např. ve zmíněném případě by byly pro české subportfolio použity údaje za časové období 1997, pro ruskou část za období 1998).

Nicméně výše zmíněné nedostatky mají technický charakter a bylo by možné je vyřešit. Zásadním systémovým nedostatkem je skutečnost, že stresový VaR neodstraňuje základní nedostatek VaR modelu, kterým je neschopnost postihnout ztráty, které mohou nastat s vyšší než zvolenou pravděpodobností.

Stresový VaR je založen na stejné logice jako standardní VaR a také se počítá se stejnými parametry jako standardní VaR až na odlišnou časovou řadu změn rizikových faktorů. Neukazuje vlastně nic jiného než jak velkou potenciální ztrátu by banka mohla (v horizontu deseti obchodních dní) ze svého aktuálního portfolia s 99 % pravděpodobností utrpět rok po začátku historické finanční turbulence. Ani stresový VaR neměří podstupované riziko nad rámec zvolené hladiny spolehlivosti, tj. při mimořádné stresové situaci (neřeší vliv řídkých událostí z velkým dopadem do kapitálu instituce), a nemůže tak přispět ke kvantifikaci takovéto události.

Stresový VaR je založen důsledně na reálném historickém scénáři, který se v zásadě nemění, nereaguje na vývoj na finančních trzích. Jeho velikost je vlastně citlivá pouze na změny ve struktuře portfolia, nikoli na změnu velikosti rizikových faktorů. Tím se vlastně přibližuje logice standardizované metody, která je také citlivá pouze na změny ve struktuře portfolia. Rozdíl spočívá pouze ve skutečnosti, že ve standardizované metodě jsou rizikové faktory vybrány regulátorem a nejsou zohledněny korelace mezi nimi. Stejně jako standardizovaná metoda stresový VaR není „forward looking“, vůbec nebere do úvahy, že průběh případné budoucí krize může být zcela odlišný od krize minulé (k čemuž také často dochází).

Vzhledem ke skutečnosti, že stresový VaR nereaguje na změnu tržních faktorů (volatility a korelace se počítají jednou a pak již jsou konstantní), není v bance použitelný jako běžný nástroj každodenního interního řízení tržních rizik. Navíc tím, že používá změnu rizikových faktorů za historické období 250 obchodních dní, nepředstavuje nejhorší možný, ale ještě smysluplný scénář, a není tedy příliš vhodný jako součást stresového testování. Stresový VaR tak má vlastně charakter regulatorně stanovené rizikové přírážky k standardnímu VaR, nikoli smysluplného nástroje pro interní řízení rizik.

Problémem je i způsob stanovení celkového kapitálového požadavku k obecnému tržnímu riziku. Sčítání obou hodnot, tj. „standardního“ VaR a stresového VaR, totiž zjevně porušuje jednu ze základních charakteristik metody, a to skutečnost, že VaR není aditivní, jeho dílčí části není smysluplné sčítat. Je zřejmé, že může nastat pouze jedna situace.

Volatilita aktuálních časových řad bude nižší, než stresová volatilita, a tím pádem stresový VaR bude vyšší. Nebo bude volatilita aktuálních časových řad vyšší než stresová a tím pádem „standardní“ VaR stresový převyší.

Podstupované riziko tak logicky nemůže být součtem obou VaR. Z ekonomického úhlu pohledu by bylo korektnější a smysluplnější, aby kapitálovým požadavkem byla vyšší z hodnot: buďto „standardní“ VaR nebo stresový VaR. Sčítání obou hodnot lze jen obtížně obhájit. I pokud by za tímto přístupem byla skutečnost, že i Basilejský výbor si je vědom, neschopnosti stresového VaR podchytit mimořádné tržní situace, bylo by pravděpodobně vhodnější kapitálový požadavek stanovit na základě stresového VaR vynásobeného vyšším regulatorně daným koeficientem.

Situace se jeví tak, že zavedením konceptu stresového VaR nedošlo k eliminaci slabých místa VaR přístupu a tím ani k přesnějšímu odhadu skutečně podstupovaného tržního rizika, a k jeho lepšímu řízení. Z hlediska řízení rizik tento koncept znamená spíše krok zpět, k vysoké robustnosti, ale nízké citlivosti na podstupované riziko.

Zdá se, že hlavním přínosem zavedení stresového VaR bude navýšení potřeby kapitálu vůči tržnímu riziku i za standardní situace na trhu. K nárůstu kapitálových požadavků bezpochyby dojde. Otázkou je, jak tento nárůst bude vysoký.

Lze očekávat, vzhledem k tomu, že volatilita v době turbulencí na finančním trhu je vyšší a vzhledem k tomu, že ostatní parametry výpočtu jsou shodné se standardním VaR, že dojde k nárůstu potřeby kapitálu k obecnému tržnímu riziku o více než sto procent (tj. kapitálový požadavek se více než zdvojnásobí).

Tím však může dojít k paradoxu, kdy kapitálový požadavek stanovovaný modelem VaR bude (i za běžné situace na trhu) vyšší než kapitálový požadavek stanovovaný standardizovanou metodou¹³⁴. To je v přímém rozporu s jedním ze základních principů kapitálové přiměřenosti. Jedná se o princip, že využívání vyššího, tj. modelového přístupu k výpočtu potřeby kapitálu generuje vyšší požadavky na kvalitu procesu řízení rizik. Tyto vyšší požadavky na kvalitu jsou pak kompenzovány, právě díky přesnějšímu výpočtu, nižší potřebou kapitálu, jinak by banky nebyly motivovány náročnějšími přístupy pro regulatorní účely používat.

Porušení tohoto principu pak může finanční instituce motivovat k návratu k méně přesným metodám odhadu kapitálových požadavků (tj. ke standardizované metodě). Takovýto

¹³⁴ Dle interních zkušeností pracovníků Bankovního dohledu ČNB při používání VaR, alespoň v ČR, Rakousku a Německu, dochází v průměru k poklesu kapitálového požadavku na cca 50–60% požadavku stanoveného standardizovanou metodou.

trend by následně pravděpodobně donutil Basilejský výbor k přepracování standardizované metody tak, aby se jí generované kapitálové požadavky také zvýšily.

7.2. Empirický test stresového VaR

Dopady zavedení stresového VaR na řízení tržních rizik zatím, alespoň pokud je autorovi známo, nebyly předmětem zásadnějšího zájmu v odborné literatuře. Proto se autor pokusil testovat dopady zavedení stresového VaR na datech z reálně existujícího portfolia obchodních transakcí.

Testování bylo provedeno po vzájemné dohodě na obchodním portfoliu jedné z největších bank působících v České republice. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná se o existující portfolio skutečně uzavřených transakcí, není z tohoto důvodu zmíněn název banky. Testování bylo prováděno pracovníky banky, kteří paralelně společně se standardním výpočtem VaR zároveň počítali na těch samých datech a tím samym modelem stresový VaR dle parametrů stanovených Basilejským výborem. Testování bylo prováděno v časovém úseku února až květnu 2011, tj. po dobu čtyř měsíců (84 obchodních dní), a to v rámci útvaru zodpovědného za centrální řízení rizik. Autor sám vzhledem ke skutečnosti, že není zaměstnanec banky, se vlastních výpočtů v útvaru řízení rizik neúčastnil, pouze obdržel a převzal výsledné datové soubory včetně interního manuálu banky popisující způsob výpočtu kapitálových požadavků.

7.2. a) Použitý model

Pro odhad VaR banka používá v současnosti metodu historické simulace (při následném vysvětlení postupu výpočtu autor vycházel z interního manuálu banky vytvořeným útvarem řízení rizik „Interní model pro výpočet kapitálového požadavku k obchodní knize“, Praha, 2008, 55 s.). Tato simulace je prováděna pomocí software KVAR+. Jedná se o externí model vyráběný firmou Reuters.

Výpočet VaR standardně probíhá ve třech krocích. Nejprve se v prvním kroku ocení požadovaná pozice aktuálními tržními hodnotami úroků, cen, volatilit atd.

V druhém kroku jsou z aktuálních hodnot tržních faktorů a jejich relativních historických změn (returns) vypočteny hypotetické hodnoty tržních faktorů (soubor hodnot, které by mohly nastat následující den). Těmito hypotetickými hodnotami je oceněna požadovaná pozice.

Simulační interval je nastaven na dva roky, tj. 730 kalendářních dní, čemuž odpovídá zhruba 520 obchodních dní Z toho vyplývá, že existuje asi 520 potenciálních změn pro každý

tržní faktor a tudíž i 520 nových reálných hodnot pozice. Následným odečtením nových hypotetických reálných hodnot a původní tržní hodnoty lze dostat asi 520 potenciálních změn P/L výsledků (ztrát či zisků).

Ve třetím kroku je pak nutné provést statistickou analýzu dosažených zisků a ztrát. Aktuální zisky/ztráty jsou seřazeny a výsledkem historické simulace je empirická distribuční funkce změn tržní hodnoty portfolia. VaR při 99 % hladině spolehlivosti odpovídá 99 % kvantilu této empirické distribuce.

Banka používá model KVAR+ od roku 2001, poslední zásadnější úpravy byly provedeny v roce 2004. Model je používán nejen v ČR, ale i v mateřské bance v zahraničí (testovaná banka je její dceřinou společností). Také mateřská banka s jeho pomocí také počítá kapitálový požadavek k obchodní knize. Převážná většina nastavení systému je (jak je v ČR zvykem) převzata od mateřské společnosti.

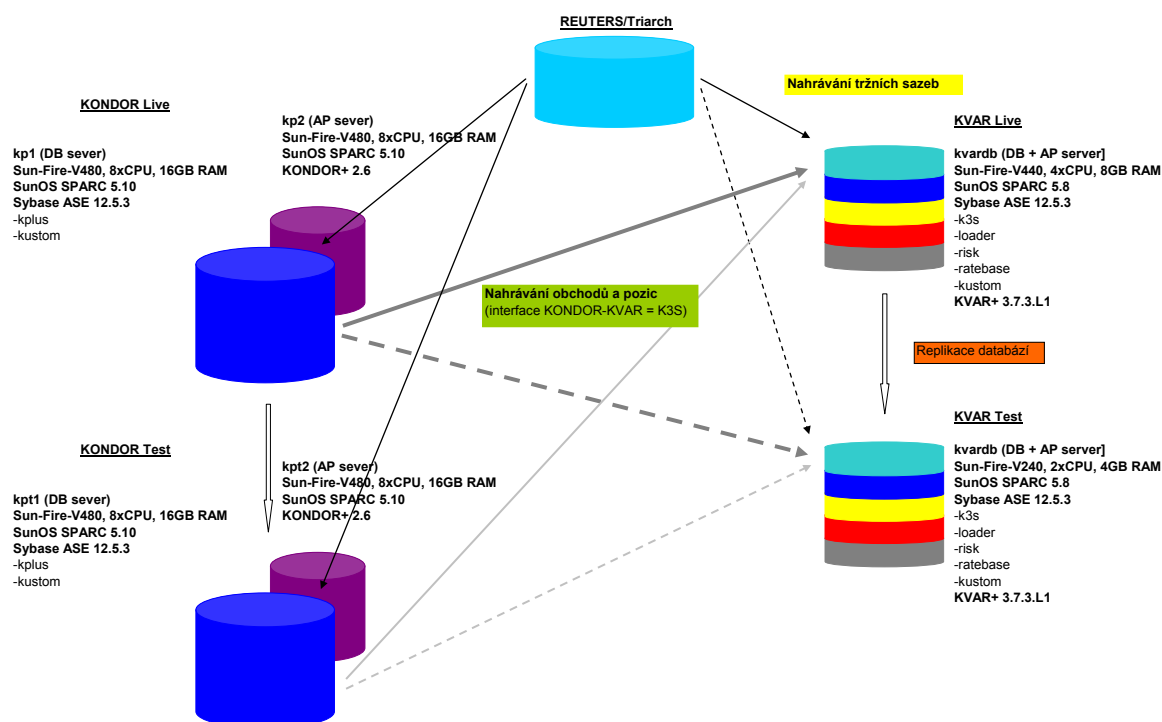
Značnou výhodou modelu je provázanost KVAR+ na ostatní systémy používané jak v obchodním oddělení, tak oddělení řízení rizik. Jedná se zejména o transakční systém pro uzavírání obchodů a přístup k datům z finančních trhů (Reuters Triarch) a také o databázi uzavřených obchodů (včetně jejich oceňování) Kondor+.

Z technického úhlu pohledu je KVAR+ databázová aplikace implementovaná na databázovém serveru SYBASE. K serveru se přistupuje prostřednictvím front-end aplikací v prostředí X-Windows.

Obchody a otevřené pozice jsou do KVAR+ načítány prostřednictvím rozhraní ze systému KONDOR+. Časové řady určené pro přecenění instrumentů a výpočet VaR jsou načítány ze systému Triarch.

Jako doplněk k systému KVAR+ funguje od začátku 2005 soubor skriptů RVAR. Jde o doplněk programovaný pracovníky oddělení řízení rizik. Tento doplněk je využíván především pro výpočet VaR složitějších strukturovaných produktů, které nelze jednoduše zpracovat v systému KVAR+.

Graf. č. 3: Znáznornění informačních toků mezi systémy Triarch, KONDOR+ a KVAR+



Zdroj: Interní model pro výpočet kapitálového požadavku, interní materiál testované banky, Praha, 2008

7.2. b) Struktura testovaného portfolia

Obchodní portfolio určené pro testování VaR je rozčleněno následujícím způsobem. Struktura obchodního portfolia je tvořena pěti hlavními částmi, tzv. obchodními útvary (trading desk), přičemž celkový denní VaR limit na obchodní portfolio je 55 mil. CZK.

Především je to obchodní útvar, který se zabývá se obchodováním se strukturovanými nástroji. Zaměstnanci tohoto útvaru prodávají a nakupují zejména swapy, např. měnové swapy, úrokové (IRS) swapy, měnově úrokové (CIRS) swapy, ale v menší míře i měnové opce. Denní VaR limit tohoto obchodního útvaru činí 30 mil. CZK.

Dalším obchodním útvarem je Fixed Income (nástroje s pevným výnosem). Zde jsou obchodovány především obligace, repoobchody na tyto obligace a také úrokové swapy. Denní VaR limit dosahuje výše 20 mil. CZK.

Jako třetí v pořadí následuje útvar obchodující na peněžním trhu, který nakupuje a prodává nástroje s krátkodobou splatností. Jedná se především depozita a půjčky na mezibankovním trhu, pokladniční poukázky a repooperace s nimi a obdobné krátkodobé transakce, přičemž tento útvar má VaR limit 10 mil. CZK.

Měnový obchodní útvar (Forex) provádí měnové obchody, ať již spotové, nebo forwardové, s denním VaR limitem 2 mil. CZK.

A konečně poslední obchodní útvar se zabývá nákupem a prodejem akcií včetně repooperací na tyto akcie. VaR limit tohoto útvaru je stanoven na 5 mil. CZK denně.

7.2. c) Výsledky testování

Primární výsledky testování dopadů zavedení stresového VaR na výše zmíněné obchodní portfolio banky jsou uvedeny v následujících dvou tabulkách „VaR na základě aktuální časové řady“ a „VaR na základě stresové časové řady“.

Výpočet probíhal v obou dvou případech na stejném portfoliu. Zvolené parametry byly také stejné. Byla použita hladina spolehlivosti 99 % a jednodenní doba držení. Jediný rozdíl spočívá v použitých časových řadách.

V první tabulce byla pro výpočet VaR použita aktuální časová řada změn rizikových faktorů (tj. 720 kalendářních dní od aktuálního data). Ve druhém případě byla použita stresová časová řada, tj. kalendářní dny od 15. 9. 2008 až do 15.9. 2009 (tj. období druhé fáze tzv. americké hypotéční krize). Časová řada je v tomto případě kratší, činí cca 250 obchodních dní.

Struktura výše uvedených tabulek odpovídá struktuře používané bankou pro interní výkazy.

V případě tabulky č. 16 „VaR na základě aktuální časové řady“ je v prvním sloupci interní číslo výkazu. Druhý sloupec pak obsahuje datum, ke kterému byl výpočet prováděn. Třetí až osmý sloupec obsahuje dílčí jednodenní VaR na hladině spolehlivosti 99 % pro jednotlivé typy rizik v tis. CZK. V třetím sloupci je dílčí VaR pro úrokové riziko, ve čtvrtém pro měnové, v pátém sloupci (price) pro akciové riziko a v šestém sloupci pro komodity. Sedmý sloupec (volatility) vyjadřuje dílčí VaR pro opce, které nejsou rozloženy a jsou chápány jako samostatné pozice. Konečně osmý sloupec (residual) pak odhaduje dílčí VaR pro nástroje nezařazené do ostatních rizik (např. credit default swapy). Poslední devátý sloupec Total vyjadřuje celkový jednodenní VaR (na hladině spolehlivosti 99 %) za celé obchodní portfolio.

Tab. č. 16: VaR na základě aktuální časové řady
(údaje v tis. CZK)

RTUreport	reportDate	Interest	Currency	Price	Commodity	Volatility	Residual	Total
583243	7.2.2011	16 444,04	9 522,24	602,07	0,59	849,88	389,76	18 435,82
584420	8.2.2011	16 232,97	8 831,23	432,36	0,60	712,65	368,50	17 804,04

585597	9.2.2011	15 961,75	8 429,99	292,62	0,60	1 305,14	394,94	17 420,26
586774	10.2.2011	14 640,85	9 513,98	138,45	0,61	1 293,54	397,88	16 861,73
587951	11.2.2011	14 851,25	8 025,42	178,29	0,60	977,72	419,37	16 617,10
589128	14.2.2011	14 493,96	7 915,41	106,47	0,62	1 168,22	406,91	16 197,59
590305	15.2.2011	14 188,45	7 935,32	328,68	0,62	1 291,04	399,03	16 066,07
591482	16.2.2011	12 427,48	8 214,25	375,48	0,62	812,04	408,53	15 164,33
592659	17.2.2011	11 148,97	8 514,36	497,80	0,64	1 136,13	408,90	14 767,12
593836	18.2.2011	11 223,30	7 633,36	534,74	0,65	1 556,58	392,34	14 399,82
595013	21.2.2011	11 501,23	7 797,80	237,63	0,68	1 576,36	390,52	14 385,88
596190	22.2.2011	11 136,28	7 016,11	101,84	0,67	1 752,63	385,78	13 712,47
597367	23.2.2011	11 383,11	6 691,93	275,20	0,67	1 820,17	378,42	13 676,25
598544	24.2.2011	10 702,73	6 497,49	248,94	0,64	1 709,02	393,77	13 852,55
599721	25.2.2011	21 909,84	7 305,49	356,48	0,66	1 599,53	382,49	20 135,91
600898	28.2.2011	21 607,77	6 034,05	290,19	0,67	1 097,74	419,84	19 553,73
602075	1.3.2011	23 573,84	7 576,63	187,61	0,69	1 290,65	420,46	23 348,86
603252	2.3.2011	23 905,32	7 510,90	598,10	0,68	811,25	428,66	23 548,00
604429	3.3.2011	24 747,91	6 724,42	663,83	0,67	1 100,16	430,06	23 725,55
605606	4.3.2011	24 356,53	7 088,92	119,50	0,69	852,43	434,00	23 409,35
606783	7.3.2011	24 548,22	6 697,15	355,13	0,70	625,82	420,29	23 308,10
607960	8.3.2011	24 857,01	6 842,90	251,23	0,70	739,63	418,17	24 074,41
609137	9.3.2011	23 907,55	6 810,75	215,74	0,71	788,47	422,42	23 383,91
610314	10.3.2011	22 729,51	6 310,84	26,29	0,69	958,18	395,59	21 608,49
611491	11.3.2011	23 558,20	6 502,97	166,24	0,70	922,31	374,69	22 861,23
612668	14.3.2011	24 154,55	6 140,62	148,00	0,70	854,77	381,22	23 412,81
613845	15.3.2011	24 324,08	6 470,13	497,95	0,67	269,77	380,10	23 482,98
615022	16.3.2011	23 951,45	6 444,37	250,76	0,68	772,92	358,94	23 561,00
616199	17.3.2011	24 505,09	6 429,62	181,54	0,67	332,46	380,24	23 635,99
617376	18.3.2011	22 764,32	6 401,38	1 222,37	0,68	422,85	371,18	20 518,82
618553	21.3.2011	22 298,02	6 275,25	252,04	0,69	159,12	378,58	19 604,13
619730	22.3.2011	21 717,51	6 114,62	67,94	0,69	289,91	383,40	20 535,75
620907	23.3.2011	21 424,24	6 115,63	119,47	0,72	174,78	377,77	19 628,32
622084	24.3.2011	21 477,43	6 377,77	106,59	0,71	454,71	374,30	20 469,58
623261	25.3.2011	21 840,68	6 130,51	165,86	0,72	173,40	362,90	20 142,47
624438	28.3.2011	21 187,39	6 151,45	288,81	0,72	363,66	356,57	19 668,59
625615	29.3.2011	21 534,02	6 020,95	109,93	0,71	248,15	392,76	20 623,01
626792	30.3.2011	20 831,71	6 321,81	95,83	0,72	282,11	369,12	20 058,13
627969	31.3.2011	21 468,80	5 525,64	154,00	0,72	247,46	372,75	20 531,99
629146	1.4.2011	21 197,93	6 214,88	1 053,94	0,72	132,71	374,54	20 171,99
630323	4.4.2011	21 185,59	5 917,69	90,36	0,73	114,53	378,88	20 277,75
631500	5.4.2011	21 176,16	5 956,60	122,02	0,74	202,55	373,14	20 242,95
632677	6.4.2011	20 581,79	5 891,56	161,01	0,74	206,34	367,11	19 749,50
633854	7.4.2011	20 420,68	5 868,21	154,45	0,75	388,68	374,96	19 441,62
635031	8.4.2011	21 223,08	7 978,65	74,22	0,78	1 249,67	283,51	20 461,12
636208	11.4.2011	20 814,15	5 833,80	203,55	0,75	661,18	366,61	19 467,41
637385	12.4.2011	20 618,79	5 972,25	90,45	0,75	647,48	374,76	19 814,10
638562	13.4.2011	20 555,88	5 792,54	39,41	0,76	995,26	361,93	18 819,42
639739	14.4.2011	25 313,15	5 755,17	78,58	0,78	1 505,89	341,06	23 955,83
640916	15.4.2011	24 768,27	5 871,01	166,44	0,80	1 438,74	339,35	24 227,03
642093	18.4.2011	23 915,39	6 081,41	368,80	0,82	1 618,84	301,97	22 057,34
643270	19.4.2011	24 051,36	5 807,00	31,53	0,82	1 640,16	302,95	22 067,32
644447	20.4.2011	24 621,38	5 682,89	108,86	0,84	1 451,78	279,48	23 346,48

645624	21.4.2011	24 186,63	6 228,89	302,15	0,86	1 772,94	269,35	22 603,23
646801	22.4.2011	24 115,01	6 117,43	349,42	0,86	1 763,29	269,88	22 476,53
647978	25.4.2011	23 330,48	5 678,69	349,55	0,87	1 722,89	271,42	21 797,50
649155	26.4.2011	22 593,15	5 799,82	349,68	0,83	1 882,25	236,57	20 677,52
650332	27.4.2011	22 573,42	5 617,70	318,88	0,87	1 772,83	241,44	21 446,57
651509	28.4.2011	19 961,19	5 883,44	215,25	0,88	1 725,11	253,82	19 268,08
652686	29.4.2011	19 883,60	5 523,87	591,27	0,87	1 813,63	236,46	19 135,14
653863	2.5.2011	19 687,78	5 662,41	308,81	0,80	1 690,06	236,89	19 419,16
655040	3.5.2011	23 724,32	4 955,65	552,89	0,76	1 508,58	299,97	24 585,09
656217	4.5.2011	24 533,11	5 419,66	307,01	0,72	1 555,46	283,83	24 716,94
657394	5.5.2011	23 542,33	5 699,26	365,04	0,64	1 594,07	288,92	24 380,02
658571	6.5.2011	23 166,18	5 649,81	461,46	0,67	1 399,09	291,34	24 206,14
659748	9.5.2011	24 521,95	5 439,95	490,16	0,72	1 434,62	281,98	24 625,49
660925	10.5.2011	23 705,48	5 534,11	193,77	0,73	1 353,43	278,59	24 274,49
662102	11.5.2011	22 574,44	5 180,43	377,99	0,68	1 300,68	272,45	23 003,34
663279	12.5.2011	22 357,69	5 407,80	346,67	0,67	1 138,68	274,34	22 663,92
664456	13.5.2011	22 257,04	5 259,25	292,02	0,69	115,06	277,75	22 311,90
665633	16.5.2011	21 575,10	5 219,35	120,92	0,66	114,77	267,82	21 743,01
666810	17.5.2011	21 591,96	5 220,98	93,29	0,66	177,68	255,35	21 735,36
667987	18.5.2011	21 910,22	4 806,97	166,02	0,68	224,52	269,19	21 855,03
669164	19.5.2011	21 932,34	4 830,60	666,86	0,67	124,04	272,36	21 906,62
670341	20.5.2011	21 697,38	4 632,81	199,43	0,68	120,53	266,75	21 646,58
671518	23.5.2011	21 426,62	4 657,82	321,86	0,69	273,13	258,93	20 932,27
672695	24.5.2011	20 977,53	5 637,24	500,51	0,72	203,66	254,36	20 857,18
673872	25.5.2011	20 850,96	5 279,25	414,99	0,75	391,62	262,83	20 887,30
675049	26.5.2011	20 823,96	6 166,78	55,92	0,73	278,26	253,91	20 910,67
676226	27.5.2011	20 709,17	5 470,41	777,15	0,74	131,26	250,38	20 830,75
677403	30.5.2011	21 451,44	5 571,34	675,33	0,74	655,11	260,78	20 911,93
678580	31.5.2011	21 690,68	5 346,73	194,28	0,76	454,85	255,97	21 165,50
679757	1.6.2011	21 676,46	5 728,88	413,57	0,71	505,96	255,16	20 723,16
680934	2.6.2011	20 913,28	5 610,26	110,23	0,69	639,62	251,43	18 576,72

Zdroj: Interní VaR model banky, 2011

Struktura tabulky č. 17 „VaR na základě stresové časové řady“ je v zásadě totožná s předchozí tabulkou. V prvním sloupci je opět interní číslo výkazu. Druhý sloupec pak obsahuje datum výpočtu. Třetí až osmý sloupec obsahuje dílčí jednodenní VaR na hladině spolehlivosti 99 % pro jednotlivé typy rizik v tis. CZK (počítané na základě stresové časové řady). V třetím sloupci je dílčí VaR pro úrokové riziko, ve čtvrtém pro měnové, v pátém sloupci (price) pro akciové riziko a v šestém sloupci pro komodity. Sedmý sloupec (volatility) vyjadřuje dílčí VaR pro opce, které nejsou rozloženy a jsou chápány jako samostatné pozice. Osmý sloupec (residual) pak odhaduje dílčí VaR pro nástroje nezařazené do ostatních rizik. Poslední devátý sloupec Total vyjadřuje celkový jednodenní VaR (na hladině spolehlivosti 99 %) za celé obchodní portfolio.

**Tab. č. 17: VaR na základě stresové časové řady
(údaje v tis. CZK)**

RTUreport	reportDate	Interest	Currency	Price	Commodity	Volatility	Residual	Total
583244	7.2.2011	22 125,17	10 958,94	1 366,12	0,85	615,00	491,54	21 125,15
584421	8.2.2011	21 642,75	9 966,63	1 161,68	0,87	541,02	463,20	20 189,38
585598	9.2.2011	21 304,72	9 834,31	346,50	0,87	873,51	493,43	18 931,72
586775	10.2.2011	22 139,47	10 733,42	320,17	0,88	865,75	502,14	23 471,73
587952	11.2.2011	25 325,17	9 483,83	208,63	0,87	683,16	531,86	25 717,01
589129	14.2.2011	28 454,96	9 430,88	186,91	0,89	775,81	534,39	27 826,87
590306	15.2.2011	27 306,10	9 660,88	623,05	0,90	853,01	536,01	27 612,21
591483	16.2.2011	22 615,61	9 523,84	788,64	0,89	581,42	545,05	23 788,29
592660	17.2.2011	23 133,57	12 263,00	704,65	0,91	777,66	551,34	24 266,49
593837	18.2.2011	24 478,12	9 418,22	1 613,20	0,92	1 026,48	541,89	22 701,53
595014	21.2.2011	28 429,91	9 515,75	359,78	0,95	1 037,69	552,10	27 054,63
596191	22.2.2011	28 218,94	8 816,28	182,59	0,94	1 147,42	540,90	26 547,45
597368	23.2.2011	27 315,20	8 499,26	525,93	0,94	1 211,07	526,39	26 481,85
598545	24.2.2011	29 678,57	8 275,47	283,40	0,91	1 121,81	562,73	27 048,41
599722	25.2.2011	31 184,70	8 947,33	816,35	0,94	1 054,25	721,58	29 324,37
600899	28.2.2011	30 779,10	7 742,76	753,37	0,94	775,57	754,98	28 096,64
602076	1.3.2011	27 931,74	9 306,66	315,46	0,96	864,77	760,07	28 221,75
603253	2.3.2011	28 176,80	8 841,23	1 332,69	0,95	602,62	768,59	27 686,62
604430	3.3.2011	28 209,85	8 407,11	786,83	0,94	767,94	768,65	27 525,05
605607	4.3.2011	28 068,42	8 987,37	261,09	0,96	631,41	765,85	28 309,79
606784	7.3.2011	27 883,81	8 479,54	1 134,89	0,97	491,05	778,70	27 545,55
607961	8.3.2011	28 064,04	8 845,40	774,98	0,97	553,58	781,63	26 846,12
609138	9.3.2011	27 768,55	8 490,86	749,88	0,97	587,78	791,16	27 837,58
610315	10.3.2011	30 616,86	8 558,07	58,36	0,97	698,77	788,69	28 768,68
611492	11.3.2011	29 748,05	8 458,07	588,32	0,97	697,83	802,53	29 384,99
612669	14.3.2011	28 341,76	8 817,94	464,23	0,97	657,28	816,58	29 084,12
613846	15.3.2011	28 730,91	9 303,92	1 110,01	0,94	232,87	821,28	28 205,27
615023	16.3.2011	28 345,60	9 249,72	618,37	0,95	578,92	761,22	27 304,18
616200	17.3.2011	29 174,22	9 406,70	402,09	0,94	286,93	828,44	28 349,59
617377	18.3.2011	29 189,51	9 134,85	3 067,03	0,95	346,51	815,79	28 830,00
618554	21.3.2011	27 701,61	8 887,40	559,35	0,96	170,10	846,74	27 734,25
619731	22.3.2011	28 101,87	8 668,52	160,32	0,97	256,53	848,44	28 719,76
620908	23.3.2011	27 777,25	8 586,26	387,43	0,99	182,37	849,27	27 882,16
622085	24.3.2011	29 223,24	9 178,46	208,95	0,99	383,27	836,35	27 772,37
623262	25.3.2011	29 811,71	8 721,87	485,30	0,99	178,13	853,12	28 607,51
624439	28.3.2011	28 854,78	8 506,76	615,33	0,99	308,95	853,67	28 100,37
625616	29.3.2011	29 365,81	8 365,02	261,09	0,99	218,32	863,01	28 027,74
626793	30.3.2011	28 690,21	9 169,99	207,62	1,00	248,52	872,65	27 973,04
627970	31.3.2011	29 508,14	8 046,29	401,03	1,00	218,18	887,56	27 463,52
629147	1.4.2011	29 165,41	9 314,85	2 696,61	0,99	150,19	898,59	27 655,29
630324	4.4.2011	29 022,26	9 060,22	231,50	1,01	137,77	899,31	27 960,87
631501	5.4.2011	29 025,09	9 148,79	157,76	1,02	212,57	867,32	27 831,11
632678	6.4.2011	28 533,28	8 835,45	311,39	1,02	214,48	857,57	26 893,37
633855	7.4.2011	28 024,99	8 744,42	313,99	1,02	484,79	893,63	26 820,57
635032	8.4.2011	29 203,51	12 045,64	168,55	1,06	870,94	594,45	29 415,46
636209	11.4.2011	30 707,10	8 562,60	479,27	1,02	847,94	870,47	26 006,68

637386	12.4.2011	30 543,71	8 957,76	198,34	1,02	840,20	882,90	25 754,04
638563	13.4.2011	27 817,12	8 744,42	94,90	1,03	1 279,65	854,13	25 412,36
639740	14.4.2011	29 362,87	9 776,60	233,57	1,04	1 931,07	777,40	28 963,90
640917	15.4.2011	30 595,04	9 572,71	570,06	1,07	1 842,95	805,26	28 653,79
642094	18.4.2011	30 316,12	10 684,36	697,67	1,09	2 086,82	695,10	27 709,65
643271	19.4.2011	30 207,38	8 917,28	83,33	1,09	2 114,24	666,88	27 966,87
644448	20.4.2011	30 934,56	8 719,27	210,51	1,11	1 866,67	788,07	28 628,78
645625	21.4.2011	30 689,31	9 170,26	590,70	1,12	2 290,76	631,08	28 318,65
646802	22.4.2011	30 689,31	9 170,26	590,70	1,12	2 290,76	631,08	28 318,65
647979	25.4.2011	30 636,19	8 619,60	756,62	1,13	2 226,98	582,20	28 493,63
649156	26.4.2011	30 382,17	8 038,57	786,05	1,09	2 439,51	587,82	28 378,20
650333	27.4.2011	30 244,70	8 256,25	728,43	1,14	2 302,97	610,41	28 518,30
651510	28.4.2011	29 242,66	8 683,32	455,83	1,15	2 241,95	602,54	27 933,10
652687	29.4.2011	28 866,38	7 924,38	1 489,11	1,14	2 353,25	595,63	29 079,02
653864	2.5.2011	28 943,78	9 685,75	648,87	1,05	2 200,06	595,63	28 576,66
655041	3.5.2011	29 233,62	9 038,32	1 587,68	1,01	1 959,53	608,56	28 931,11
656218	4.5.2011	29 367,56	9 779,42	814,23	0,97	2 022,46	559,26	28 073,18
657395	5.5.2011	28 354,71	9 930,73	1 030,98	0,90	2 072,78	526,91	27 407,55
658572	6.5.2011	27 898,14	8 794,48	1 243,43	0,94	1 815,54	652,67	27 047,26
659749	9.5.2011	29 178,69	8 241,28	1 505,46	0,97	1 862,97	593,96	27 827,31
660926	10.5.2011	29 111,98	7 999,85	539,40	0,98	1 749,12	498,26	27 518,44
662103	11.5.2011	26 494,64	7 607,61	1 105,71	0,93	1 679,90	519,51	26 840,12
663280	12.5.2011	26 811,56	7 680,60	600,22	0,92	1 471,32	600,70	26 884,88
664457	13.5.2011	26 840,81	8 126,67	539,02	0,95	128,39	819,22	26 417,31
665634	16.5.2011	26 485,65	8 914,98	232,26	0,91	131,54	793,45	26 562,12
666811	17.5.2011	26 766,78	7 954,65	225,23	0,92	181,31	816,78	26 274,88
667988	18.5.2011	26 732,66	7 930,32	524,74	0,94	216,30	820,73	26 377,21
669165	19.5.2011	26 853,80	7 735,47	1 899,33	0,93	135,71	779,43	26 695,38
670342	20.5.2011	26 550,00	7 664,13	338,46	0,94	141,97	790,37	26 202,12
671519	23.5.2011	26 550,00	7 664,13	338,46	0,94	141,97	790,37	26 202,12
672696	24.5.2011	26 050,45	7 432,08	1 783,29	0,98	199,64	793,80	25 233,69
673873	25.5.2011	26 060,21	6 895,29	1 482,91	1,01	346,58	813,57	24 341,66
675050	26.5.2011	26 157,01	10 235,38	133,00	0,99	262,30	791,30	25 530,31
676227	27.5.2011	25 926,12	8 160,83	2 494,94	0,99	145,64	760,62	25 770,05
677404	30.5.2011	28 153,06	8 493,27	2 369,53	0,99	836,55	735,89	24 286,99
678581	31.5.2011	27 805,44	7 545,74	539,67	1,00	587,14	736,81	24 354,75
679758	1.6.2011	27 260,96	8 816,41	1 293,11	0,97	652,31	726,84	25 081,11
680935	2.6.2011	26 743,95	8 718,03	310,58	0,94	816,74	716,48	24 560,31

Zdroj: Interní VaR model banky, 2011

Z tabulek č. 16 a 17 vyplývá, že celkový stresový VaR byl po celé sledované období vyšší než celkový VaR vypočítaný z aktuální časové řady. Velikost převýšení se pohybovala v celkem výrazném rozmezí: od 8,68 % (9.2. 2011) do 95,26 % (24.2. 2011), s tím, že v zhruba polovině sledovaných dnů byl stresový VaR vyšší o více než 30 %¹³⁵. Potvrdil se tak předpoklad, že až na výjimky stresový VaR bude stejný nebo vyšší než „standardní“ VaR.

¹³⁵ Blíže viz Příloha A tab. č. 1

Výstupy z VaR modelu uvedené v tabulkách mimo jiné dobře dokumentují skutečnost, že VaR není aditivní a jeho dílčí výsledky nemá smysl sčítat. Celkový VaR byl po celou dobu testování nižší než součet dílčích VaR za jednotlivé obchodní útvary.

Na základě časové řady velikosti aktuálního VaR a stresového VaR je možné kvantifikovat dopady zavedení stresového VaR do kapitálových požadavků.

Nejprve je spočítán kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě aktuální časové řady. Postup je následující. Celkový aktuální VaR je převeden na regulačně požadovaný 10 denní VaR. Poté je spočítán průměrný VaR za posledních 60 dní. Průměrný VaR je pak vynásoben koeficientem zohledňujícím výsledky zpětného testování. Výsledkem je kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě aktuální časové řady¹³⁶.

Následně se obdobným postupem stanovil kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě stresové časové řady¹³⁷.

Detailní popis výpočtu a výsledné tabulky jsou vzhledem k rozsahu přemístěny do přílohy A „Výpočet kapitálového požadavku na základě aktuální a stresové časové řady“.

7.2. d) Dopady zavedení stresového VaR do kapitálových požadavků

Jakmile jsou k dispozici údaje o kapitálových požadavcích dle aktuální a stresové časové řady, je možné provést jejich porovnání. K tomu dochází v níže uvedené tabulce č. 18. Zde je porovnán výsledný kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku dle starého a nového přístupu.

Kapitálový požadavek založený pouze na aktuální časové řadě změny rizikových faktorů je k dispozici ve sloupci č. 2 (Kap. požadavek A). K tomuto požadavku je přičten kapitálový požadavek založený na stresové časové řadě (viz sloupec 3 Kap. požadavek B). Celkový kapitálový požadavek dle nového přístupu je pak zobrazen ve sloupci 4 (Celkový kap. požadavek). Konečně v posledním pátém sloupci je vypočteno, o kolik procent je kapitálový požadavek dle nového způsobu vyšší než by tomu bylo dle přístupu starého (tj. Kap. požadavek B / Kap. požadavek A).

Tab. č. 18: Porovnání kapitálových požadavků dle starého a nového přístupu (údaje v tis. CZK)

Datum	Kap. požadavek A	Kap. požadavek B	Celkový kap. požadavek	Nárůst kap. požadavku
7.2.2011	174 771,6	200 266,4	375 038,0	114,59 %
8.2.2011	171 776,9	195 830,8	367 607,8	114,00 %

¹³⁶ Blíže viz Příloha A tab. č. 2

¹³⁷ Blíže viz Příloha A tab. č. 3

9.2.2011	169 566,0	190 378,1	359 944,1	112,27 %
10.2.2011	167 136,8	198 411,6	365 548,4	118,71 %
11.2.2011	165 215,5	207 488,7	372 704,2	125,59 %
14.2.2011	163 271,7	216 873,7	380 145,4	132,83 %
15.2.2011	161 705,2	223 286,6	384 991,8	138,08 %
16.2.2011	159 461,8	223 564,9	383 026,7	140,20 %
17.2.2011	157 298,5	224 285,0	381 583,6	142,59 %
18.2.2011	155 219,7	223 377,6	378 597,3	143,91 %
21.2.2011	153 506,8	226 386,7	379 893,5	147,48 %
22.2.2011	151 547,5	228 493,6	380 041,1	150,77 %
23.2.2011	149 863,1	230 228,6	380 091,7	153,63 %
24.2.2011	148 538,8	232 099,3	380 638,1	156,26 %
25.2.2011	151 362,1	235 159,0	386 521,1	155,36 %
28.2.2011	153 487,5	237 108,8	390 596,4	154,48 %
1.3.2011	157 479,3	238 899,0	396 378,3	151,70 %
2.3.2011	161 132,4	240 208,5	401 340,9	149,08 %
3.3.2011	164 489,5	241 299,5	405 789,0	146,70 %
4.3.2011	167 361,1	242 653,4	410 014,4	144,99 %
7.3.2011	169 913,4	243 533,3	413 446,7	143,33 %
8.3.2011	172 564,0	244 031,8	416 595,8	141,42 %
9.3.2011	174 699,4	244 895,7	419 595,1	140,18 %
10.3.2011	175 955,6	246 055,3	422 011,0	139,84 %
11.3.2011	177 586,4	247 355,9	424 942,3	139,29 %
14.3.2011	179 292,8	248 446,7	427 739,5	138,57 %
15.3.2011	180 897,5	249 148,2	430 045,7	137,73 %
16.3.2011	182 413,9	249 494,4	431 908,4	136,77 %
17.3.2011	183 850,3	250 158,6	434 008,9	136,07 %
18.3.2011	184 205,9	250 930,2	435 136,2	136,22 %
21.3.2011	184 258,9	251 317,0	435 575,9	136,39 %
22.3.2011	184 584,5	251 971,6	436 556,1	136,51 %
23.3.2011	184 629,7	252 345,9	436 975,6	136,68 %
24.3.2011	184 906,8	252 667,5	437 574,3	136,65 %
25.3.2011	185 079,5	253 197,0	438 276,5	136,80 %
28.3.2011	185 117,8	253 563,5	438 681,3	136,97 %
29.3.2011	185 398,6	253 891,6	439 290,2	136,94 %
30.3.2011	185 523,6	254 188,8	439 712,4	137,01 %
31.3.2011	185 757,5	254 346,9	440 104,3	136,92 %
1.4.2011	185 894,3	254 542,5	440 436,8	136,93 %
4.4.2011	186 048,9	254 799,2	440 848,1	136,95 %
5.4.2011	186 188,3	255 014,5	441 202,8	136,97 %
6.4.2011	186 212,4	255 013,0	441 225,4	136,95 %
7.4.2011	186 169,1	254 995,8	441 164,9	136,97 %
8.4.2011	186 342,5	255 526,1	441 868,6	137,13 %
11.4.2011	186 303,5	255 330,8	441 634,4	137,05 %
12.4.2011	186 336,2	255 092,9	441 429,1	136,90 %
13.4.2011	186 171,0	254 797,4	440 968,4	136,86 %
14.4.2011	187 006,3	255 201,1	442 207,4	136,47 %
15.4.2011	187 859,6	255 529,8	443 389,5	136,02 %
18.4.2011	188 276,2	255 670,2	443 946,3	135,80 %
19.4.2011	188 678,5	255 852,0	444 530,5	135,60 %
20.4.2011	189 294,5	256 145,4	445 439,9	135,32 %

21.4.2011	189 757,2	256 373,4	446 130,6	135,11 %
22.4.2011	190 181,2	256 593,2	446 774,4	134,92 %
25.4.2011	190 475,1	256 834,8	447 309,8	134,84 %
26.4.2011	190 572,4	257 048,6	447 621,0	134,88 %
27.4.2011	190 792,1	257 278,0	448 070,1	134,85 %
28.4.2011	190 654,3	257 405,6	448 059,9	135,01 %
29.4.2011	190 500,1	257 710,0	448 210,1	135,28 %
2.5.2011	190 655,4	258 887,3	449 542,8	135,79 %
3.5.2011	191 726,8	260 268,5	451 995,4	135,75 %
4.5.2011	192 879,7	261 712,9	454 592,6	135,69 %
5.5.2011	194 067,6	262 334,8	456 402,3	135,18 %
6.5.2011	195 266,7	262 544,9	457 811,6	134,45 %
9.5.2011	196 598,3	262 545,0	459 143,3	133,54 %
10.5.2011	197 895,2	262 530,2	460 425,4	132,66 %
11.5.2011	199 133,8	263 012,4	462 146,1	132,08 %
12.5.2011	200 381,5	263 426,1	463 807,5	131,46 %
13.5.2011	201 631,6	264 013,2	465 644,7	130,94 %
16.5.2011	202 794,0	263 935,4	466 729,3	130,15 %
17.5.2011	204 061,6	263 892,3	467 953,9	129,32 %
18.5.2011	205 353,9	263 875,8	469 229,6	128,50 %
19.5.2011	206 626,4	263 820,0	470 446,4	127,68 %
20.5.2011	206 865,1	263 326,7	470 191,7	127,29 %
23.5.2011	207 082,9	263 027,3	470 110,2	127,02 %
24.5.2011	206 689,2	262 555,2	469 244,4	127,03 %
25.5.2011	206 268,8	262 026,7	468 295,5	127,03 %
26.5.2011	205 824,1	261 711,5	467 535,6	127,15 %
27.5.2011	205 416,6	261 310,3	466 726,9	127,21 %
30.5.2011	205 038,1	260 795,4	465 833,5	127,19 %
31.5.2011	204 578,4	260 401,8	464 980,2	127,29 %
1.6.2011	204 158,0	259 966,3	464 124,3	127,34 %
2.6.2011	203 679,0	259 301,3	462 980,4	127,31 %

Zdroj: vlastní zpracování dle výstupů z interního VaR modelu banky, 2011

Jak je z tabulky zřejmé (a jak se také dalo očekávat na základě porovnání standardního a stresového VaR), kapitálový požadavek dle nového přístupu byl po celé sledované období vyšší než kapitálový požadavek kalkulovaný pouze na bázi z aktuální časové řady.

Potvrdil se tak předpoklad, že až na výjimky bude kapitálový požadavek stanovovaný novým způsobem jako součet kapitálového požadavku vypočteného na základě aktuální časové řady a kapitálového požadavku vypočteného na základě stresové časové řady více než dvojnásobkem požadavku stanovovaného postaru (tj. jen na základě aktuální časové řady). Zvýšení kapitálového požadavku bylo celkem stabilní a pohybovalo se nejčastěji (v cca dvou třetinách případů) na hodnotách mezi 130 % a 140 %. Minimální překročení činilo 112,27 %, maximum 156,26 %, nicméně tyto hodnoty mohly být ovlivněny skutečností, že při stanovení kapitálového požadavku byl průměrný VaR počítán z krátké časové řady (3, respektive 14 dní).

7.2. e) Porovnání se zahraničím

Výše zjištěné dopady zavedení stresového VaR do kapitálových požadavků u velké banky operující v ČR nejsou nijak výjimečné. Obdobný dopad bude mít zavedení stresového VaR i na mnohé další banky v ostatních státech.

To lze dokladovat na kvantitativní studii, kterou na žádost Evropské bankovní asociace (a některých dalších národních bankovních asociací) provedl ve spolupráci s těmito asociacemi Basilejský výbor pro bankovní dohled v roce 2009¹³⁸.

Cílem této studie byla kvantifikace dopadů navrhovaných změn (kromě zavedení stresového VaR a nového přístupu k odhadu specifického rizika byla do studie zahrnuta změna rizikových vah u obchodovaných sekuritizovaných cenných papírů a akcií) v oblasti obchodního portfolia na bankovní systém.

Do šetření kvantifikace dopadů zavedení stresového VaR na kapitálové požadavky se zapojilo celkem 38 bank z 10 zemí (banky z ČR se studie samostatně neúčastnily). Jednalo se převážně o velké, mezinárodně aktivní banky. Výsledky šetření jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. č. 19: Vliv stresového VaR na kapitálové požadavky (údaje v %)

	Podíl tržního KP na celkových KP	Vzrůst tržního KP po zavedení stres. VaR	Nárůst celkového KP po zavedení stres. VaR	Stresový VaR / standardní VaR
Průměr	7,3 %	110,8 %	4,6 %	260,0 %
Medián	3,9 %	63,2 %	2,7 %	240,9 %
Min	0,3 %	7,2 %	0,3 %	68,0 %
Max	57,1 %	694,5 %	29,1 %	700,5 %

Zdroj: vlastní zpracování dle Analyses of the trading book quantitative impact study, BCBS, 2009

Číselné údaje v prvním sloupci (Podíl tržního KP na celkových KP) udávají poměr kapitálových požadavků k tržnímu riziku (spočítaných dle stávajících pravidel) k celkovým kapitálovým požadavkům. Čísla ve druhém sloupci (Vzrůst tržního KP po zavedení stres. VaR) říkají, o kolik procent vzrostou kapitálové požadavky k tržnímu riziku po zavedení stresového VaR. Údaje ve třetím sloupci (Nárůst celkového KP po zavedení stres. VaR) pak uvádějí, o kolik procent se zvýší celkové kapitálové požadavky (za předpokladu, že bude zaveden stresový VaR). V posledním sloupci (Stresový VaR / standardní VaR) je pak ukázán poměr mezi stresovým VaR a standardně spočítaným VaR.

¹³⁸ Basel Committee on Banking Supervision: Analysis of the trading book quantitative impact study, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 16 p., ISBN 92-9131-805-1

Na základě tabulky č.19 lze konstatovat, že zavedení stresového VaR vedlo u všech šetřených subjektů k nárůstu kapitálových požadavků. Kapitálové požadavky k tržnímu riziku vzrostou v průměru o 110,8 %, což má za následek průměrný nárůst celkových kapitálových požadavků o 4,6 %. Příčinou je zejména skutečnost, že stresový VaR je v průměru 2,6 krát vyšší než VaR počítaný standardně.

Předpoklad, že zavedení stresového VaR povede u bank, které využívají VaR model, k více než dvojnásobnému navýšení kapitálových požadavků k tržnímu riziku, se nakonec potvrdil i v případě celého českého bankovního sektoru. Od konce roku 2011 (včetně) byly banky v České republice používající VaR model povinny do ve výpočtu kapitálového požadavku stresový VaR zahrnout a začít vykazovat ČNB. Nárůst tohoto kapitálového požadavku v sektoru je pak možné pozorovat v níže uvedené tabulce č. 20. Zároveň však z tabulky také vyplývá, jak významný, respektive nevýznamný tento kapitálový požadavek je. Tvoří v současnosti 1,14 % celkového součtu všech kapitálových požadavků.

Tab. č. 20: Kapitálové požadavky a kapitálová přiměřenost bank v ČR
(údaje k uvedenému datu, v mil. CZK)

	31.12. 09	31.12. 10	31.03. 11	31.12. 11	31.3. 12
Kapitál celkem	264 736	289 351	294 345	303 500	299 924
1. Tier 1	237 595	263 421	266 285	281 982	285 539
2. Tier 2	37 954	35 293	36 765	30 667	22 951
Kapitálové požadavky celkem	150 050	149 176	150 914	158 999	157 624
1. Úvěrové riziko	131 946	129 932	131 118	137 122	134 765
2. Poziční, měnové a komoditní riziko	3 340	2 832	3 169	4 927	5 026
2.1 Standardizovaná metoda	2 518	2 380	2 749	3 016	3 145
2.1.1 Úrokové riziko	2 142	2 117	2 346	2 605	2 823
2.1.2 Akciové riziko	105	110	170	31	42
2.1.3 Měnové riziko	146	75	72	235	129
2.1.4 Komoditní riziko	125	78	161	145	151
2.2 Vlastní VaR modely	823	453	421	1 912	1 880
3. Operační riziko	14 741	16 391	16 600	16 930	17 813
4. Ostatní rizika	23	21	26	20	20
Kapitálová přiměřenost (%)	14,11	15,52	15,60	15,27	15,22
Kapitálová přiměřenost Tier 1 (%)	12,67	14,13	14,12	14,19	14,49

Zdroj: Česká národní banka [online]. [26.8. 2012]. Dostupné z:

http://www.cnb.cz/cs/dohled_financni_trh/souhrnne_informace_fin_trhy/zakladni_ukazatele_fin_trhu/banky/bs_ukazatele_tab05.html

Z výše uvedené tabulky č. 20 vyplývá, že po zavedení povinnosti zohlednit ve výpočtu kapitálového požadavku k obecnému tržnímu riziku stresový VaR vzrostla výše tohoto požadavku z 421 mil. CZK (31.3. 2011, kdy ještě stresový VaR nebyl kalkulován) na 1912 mil. CZK (31.12. 2011, kdy již byl kapitálový požadavek počítán včetně zahrnutí stresového VaR), tj. o více než 350 %, přičemž dané období (a tím i velikost kapitálového požadavku)

není ovlivněno dramatickými turbulencemi na trzích (vypovídací hodnota zmíněných údajů však může být poněkud zkresleno malým počtem bank, které v ČR VaR modely pro kapitálové účely používají). Zatímco tedy před zavedením stresového VaR kapitálové požadavky počítané VaR modelem činily v sektoru cca 15 % velikosti kapitálového požadavku počítaného standardizovanou metodou, po jeho zavedení se zvýšily na necelé dvě třetiny (konkrétně 63 %) kapitálových požadavků počítaných standardizovanou metodou.

7.2.f) Dílčí závěr

Na základě předchozí argumentace a empirických zjištění lze konstatovat, že nově navrhovaný přístup Basilejského výboru pro bankovní dohled, tj. zavedení stresového VaR do výpočtu kapitálového požadavku k obecnému tržnímu riziku, nebude mít zásadní vliv na přesnost měření podstupovaného tržního rizika.

Připojením stresového VaR totiž výstup přestane být dostatečně citlivý na změny ve výkyvech rizikových faktorů na trhu. Velikost celkového kapitálového požadavku bude totiž standardně z větší části determinována velikostí kapitálového požadavku ke stresovému VaR. A stresový VaR je zcela necitlivý na změnu tržních podmínek, jeho velikost se mění pouze tehdy, pokud se mění velikost či struktura portfolia.

Zavedení stresového VaR povede zejména k navyšování potřeby kapitálu, která bude více než dvojnásobná, aniž by ale existovala dostatečně podložená a ověřitelná korelace mezi touto potřebou a reálně podstupovaným rizikem. V případě standardní situace na trhu bude potřeba kapitálu příliš vysoká.¹³⁹ Naopak v případě mimořádných tržních výkyvů může být výše kapitálových požadavků nedostatečná, neboť stresový VaR je založen na nikoli nejhorší realizované historické události a nebere do úvahy možný odlišný průběh a dopady těchto nových výkyvů

Přijaté postupy navíc nejsou v souladu s interními postupy a potřebami bank při řízení tržních rizik. Tyto postupy se zároveň dostávají i do rozporu s deklarovanými principy nových pravidel kapitálové přiměřenosti, neboť kapitálové požadavky počítané modely se blíží velikosti požadavků počítaných hrubější, standardizovanou metodou¹⁴⁰.

¹³⁹ Dle vyjádření pracovníků Bankovního dohledu ČNB nezaznamenali při kontrolách situaci, kdy by kapitálový požadavek k tržnímu riziku počítaný VaR modelem dle původního přístupu byl významněji nižší než nerealizovaná denní ztráta.

¹⁴⁰ Viz Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004, 251 p., ISBN 92 - 9131-669-5

7.3. Dopady změn v přístupu ke specifickému riziku

Hlavní změnou v přístupu ke specifickému riziku je definitivní zrušení možnosti nahradit nepodchycené složky specifického rizika (riziko události a selhání) rizikovou přírážkou založenou na velikosti idiosynkratického rizika. Ty části složek specifického rizika (rozšířené navíc o riziko migrace), které nejsou ve VaR modelu podchyceny, musí být explicitně odhadnuty jiným modelem, a to standardem srovnatelným se standardem IRB přístupu ke kreditnímu riziku.

Nově zaváděný přístup k modelování specifického rizika budí určité rozpaky a není snadné jednoznačně ho akceptovat.

Na jedné straně stojí skutečnost, že princip rizikové přírážky byl logicky nekonzistentní. Nepodařilo se prokázat, že existuje příčinná vazba mezi velikostí této přírážky (založené na velikosti idiosynkratického rizika) a velikostí ostatních složek specifického rizika. Jejich podstupovaný rozsah pak zůstával neznámý a nebylo možné rozhodnout, zdali velikost těchto složek je dostatečně pokryta vlastním kapitálem. Finanční krize v letech 2007/2008 ukázala (jak bylo uvedeno v kapitole 8, že tomu tak u některých bank zjevně není¹⁴¹.

Z tohoto úhlu pohledu je zrušení přírážky a její nahrazení přímým modelováním podstupovaného rizika události, migrace a selhání smysluplné. Je možné, že nově přijaté standardy v některých případech přispějí k věrohodnějšímu odhadu podstupovaného rizika. Nelze je tedy jednoznačně a bez dlouhodobější analýzy, studie jejich dopadů a postupné verifikace (nejen však na základě zpětného testování) zcela odmítnout.

Na straně druhé zásadní slabinou však je skutečnost, že v současnosti nejsou k dispozici studie či jiné poklady týkající se již existujících modelů pro odhad rizika události, migrace a selhání (alespoň pokud je autorovy známo), které by přesvědčivě dokládaly, že tyto modely tato rizika zahrnují s dostatečnou predikční silou. Modelování dané oblasti je zatím spíše v raném stadiu vývoje, modely mají krátkou časovou historii a vypovídací schopnost jejich výstupů je obtížné externě validovat.

To je podpořeno i skutečností, že pro modelování této oblasti zatím neexistuje na trhu jedna všeobecně akceptovaná metoda. Škála používaných přístupů je široká, od modelů založených na simulaci jednorázových vzájemně propojených změn specifických rizikových faktorů, přes VaR modely založené na rozšiřování počtu vstupních rizikových faktorů a parametrů až po modely používané pro odhad kreditního rizika. Basilejský výbor pro

¹⁴¹ Blíže viz diskuze v 6. kapitole této práce.

bankovní dohled neexistenci tržního úzu či nejlepší praxe v této oblasti akceptuje a umožňuje, že metody používané pro odhad výše zmíněného rizika mohou u jednotlivých bank být založeny na značně odlišných předpokladech a východiscích.

To však generuje významné riziko. Vzhledem ke skutečnosti, že není vybrána jedna povolená metoda (či několik metod) a všechny metody jsou v zásadě přípustné, požadavky kladené na modely pro odhad rizika události, migrace a selhání jsou velmi obecné, nekonkrétní a mají spíše podobu „high levels principles“.

Tato situace samozřejmě umožňuje různý výklad a aplikaci daných pravidel. Otevírá se tak významný prostor pro značně odlišný přístup národních jurisdikcí. Snadno může pak dojít k situaci, kdy přístup a model na něm založený akceptovaný v jednom státě bude zcela neakceptovatelný ve státě druhém (obdobně jako je tomu v menší míře např. s odlišnými požadavky na zpětné testování u VaR modelů). Odlišné požadavky kladené regulátory na jeden model komplikují jak situaci mezinárodních finančních skupin, jejichž členové spadají do různých jurisdikcí, tak ale i situaci regulátorů, zejména v případě, kdy banky v jejich jurisdikci jsou vlastněny zahraničními matkami z různých států (typická situace ČR).

Je tak porušena zásada, že pokud metoda není trhem široce akceptována a dále není její vypovídací schopnost dostatečně empiricky verifikována, není vhodné metodu přijmout jako regulační standard.

Dalším významným a neřešeným nedostatkem je určitá excesivnost navrhovaného přístupu, která souvisí především s nejasně stanovenými hranicemi mezi jednotlivými složkami. Ta vynikne zejména tehdy, pokud bude provedeno porovnání kapitálových požadavků kladených na obdobné (či dokonce totožné) nástroje, které však budou zařazeny do odlišných portfolií.

Pokud bude nástroj zařazen do portfolia obchodního, bude banka muset, tak jako tomu bylo již dříve, do kapitálového požadavku k tržnímu riziku ve VaR modelu zahrnout i část připadající na idiosynkratické riziko.

Dále bude nucena do výpočtu zahrnout i riziko události (v rozsahu nepokrytém VaR modelem), riziko migrace a riziko selhání. Model pro odhad těchto rizik musí nově i v obchodním portfoliu dosahovat stejného standardu jako IRB přístup, tj. riziko je odhadováno na hladině spolehlivosti 99,9 %, a to ve všech třech případech.

Oproti tomu pokud nástroj bude zařazen do bankovního portfolia, situace bude odlišná. Kapitálový požadavek ke kreditnímu riziku v bankovním portfoliu počítaný pomocí přístupu IRB zahrnuje pouze pravděpodobnost selhání protistrany, nikoli změnu ceny papíru v důsledku určité události či snížení ratingu. Jinými slovy, kapitálový požadavek v tomto

portfoliu stanovován pouze k riziku selhání, k riziku události a migrace v zásadě stanovován není.

Z výše uvedeného vyplývá, že rozsah zohledněných rizikových faktorů je u nástroje zařazeného do bankovního portfolia nižší (respektive u nástroje, kde je počítáno kreditní riziko pomocí IRB přístupu) než u obdobného nástroje zařazeného do portfolia obchodního (respektive u nástroje, kde se specifické riziko stanovuje modelovým přístupem). Pokud ostatní parametry výpočtu jsou stejné (standard je srovnatelný), je pravděpodobné, že v případě specifického rizika bude vypočtená hodnota vyšší než v případě použití IRB.

Jinak řečeno, může běžně dojít k situaci, že kapitálový požadavek ke stejnému typu rizika u srovnatelného nástroje bude v obchodním knize vyšší než v knize bankovní. V navrženém přístupu není stanovena žádná explicitní pojistka, která by tomu zabránila. Mohla by tedy nastat situace, kdy kapitálový požadavek například na 10-letý nezajištěný (neobchodovatelný) úvěr ČEZ zařazený v bankovním portfoliu bude nižší než kapitálový požadavek na 10-letý nezajištěný (obchodovatelný) dluhopis stejné firmy v obchodním portfoliu.

To je v rozporu s obecně přijímaným principem, že nástroje v obchodním portfoliu generují maximálně stejné riziko (kreditního charakteru) jako nástroje v portfoliu bankovním.¹⁴² Takováto situace by přímo vybízela finanční instituce k regulatorní arbitráži, tj. ke snaze přesouvat nástroje z obchodního do bankovního portfolia.

Obdobná situace by mohla nastat i v samotném obchodním portfoliu. Pokud by banka (za předpokladu, že používá IRB i modelový přístup k specifickému riziku) půjčila protistraně na mezibankovním trhu peníze (např. na měsíc), stanovovala by kapitálové požadavky k riziku protistrany pomocí IRB přístupu a zohledňovala tak pouze riziko selhání.

Kdyby však protistrana emitovala krátkodobý cenný papír (např. pokladniční poukázku s měsíční splatností) a banka ho koupila, koupený papír by měl specifické riziko, banka by pro stanovení kapitálových požadavků musela použít modelový přístup a zohlednit kromě rizika selhání i riziko migrace a události.

Naturel podstupovaného rizika je stejný (stejná protistrana, stejná splatnost, stejný obchodní záměr, jediný rozdíl je v likvidnosti, kdy papír bude více likvidní než půjčka), přesto v druhém případě musí být zohledněn vyšší rozsah rizikových faktorů a výsledný kapitálový požadavek bude pravděpodobně vyšší.

¹⁴² Např. kapitálový požadavek na 10-letý nezajištěný (neobchodovatelný) úvěr ČEZ bude nižší než kapitálový požadavek na 10-letý nezajištěný (obchodovatelný) dluhopis stejné firmy v obchodním portfoliu.

Poslední výhrada směřuje k zavedení portfolia obchodování s korelací. Snaha převést v tomto případě výpočet VaR na roční dobu držení (a interval spolehlivosti 99,9 %), a to nejen u specifických ale i obecných rizikových faktorů, se pak dostává do přímého rozporu s běžnou podstatou tržního rizika a obchodování na finančních trzích. Toto obchodování (respektive držba otevřených pozic) probíhá na krátkodobé, většinou maximálně několikadenní bázi. Odhad rizika z otevřených pozic vyplývající a jeho řízení pak musí být také prováděno na obdobné srovnatelné bázi. Nutnost pro regulační účely používat bázi roční (přičemž denní hodnoty již není možné triviálně převádět na hodnoty roční) pak může vést k oddělenému přístupu k řízení rizik pro interní a pro regulační účely. Takováto praxe by se však dostala do přímého rozporu s deklarovanými principy nového kapitálového konceptu.

Dopady zavedení nového přístupu ke specifickému riziku se v českém bankovním sektoru velmi obtížně (na rozdíl od stresového VaR) kvantifikuje. Důvodem je skutečnost, že banky v ČR používají pro stanovení specifického rizika výhradně standardizovanou metodu (respektive banky, které původně používaly rizikovou přírážku, se ke standardizovanému přístupu navrátily).

Pokud tedy kvantifikace má být provedena, je nutné použít dostupné zahraniční zdroje. Dopad zavedení nového přístupu k odhadu podstupovaného specifického rizika zkoumala již dříve zmíněná studie Basilejského výboru pro bankovní dohled¹⁴³. Do šetření bylo zapojeno celkem 25 bank z devíti států, přičemž stejně jako v případě stresového VaR se jednalo převážně o velké, mezinárodně aktivní banky (banky z České republiky se studie samostatně neúčastnily). Výsledky šetření jsou shrnuty v níže uvedené tabulce č.21.

Tab. č. 21: Kapitálové požadavky ke specifickému riziku pro různé horizonty likvidity (údaje v %)

	Současná přirážka	Kap. pož. dle nových pravidel			KP jen pro selhání	Celkový kp
		1m	3m	6m		
Průměr	23	136	126	156	97	6,2
Medián	17	92	84	98	66	3,6
Min	1	9	5	5	7	2,9
Max	78	522	565	613	375	67,5

Zdroj: vlastní zpracování dle Basel Committee on Banking Supervision: Analysis of the trading book quantitative impact study, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 16 p., ISBN 92-9131-805-1

¹⁴³ Basel Committee on Banking Supervision: Analysis of the trading book quantitative impact study, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 16 p., ISBN 92-9131-805-1

V prvním sloupci (Současná přírážka) je uvedena velikost kapitálových požadavků ke specifickému tržnímu riziku spočítaná dle stávajících pravidel, tj. jako riziková přírážka zahrnující pouze idiosynkratickou složku specifického rizika. Velikost přírážky je vyjádřena v procentech jako poměr mezi touto přírážkou a celkovým kapitálovým požadavkem k tržnímu riziku (spočítaných dle stávajících pravidel).

V druhém, třetím a čtvrtém sloupci (Kap. pož. dle nových pravidel) jsou pak vykázány údaje o velikosti kapitálových požadavků ke specifickému riziku dle nových pravidel, opět vyjádřené v procentech jako poměr mezi velikostí těchto kapitálových požadavků a celkovým kapitálovým požadavkem k tržnímu riziku (spočítaných dle stávajících pravidel). Dodatečný kapitálový požadavek tak zahrnuje riziko události (v rozsahu nepokrytém přímo ve výpočtu VaR), riziko migrace (migration risk) a riziko selhání (default risk). Kapitálový požadavek je počítán pro konstantní roční dobu držení (holding period) a odlišné horizonty likvidity.¹⁴⁴ Kapitálové požadavky jsou propočteny pro tři horizonty likvidity a to jeden měsíc (druhý sloupec), tři měsíce (třetí sloupec) a šest měsíců (čtvrtý sloupec).

V pátém sloupci (KP jen pro selhání) jsou pak spočítány kapitálové požadavky ke specifickému riziku dle nových pravidel, avšak za předpokladu, že je do výpočtu zahrnuta pouze riziko selhání, ostatní dvě složky (tj. riziko události a riziko migrace) zahrnuty nejsou. Kapitálový požadavek je počítán pro roční dobu držení a tříměsíční horizont likvidity a vyjádřen je stejně jako v předchozích případech v procentech jako poměr mezi velikostí tohoto kapitálového požadavku a celkovým kapitálovým požadavkem k tržnímu riziku (spočítaných dle stávajících pravidel).

Konečně v posledním šestém sloupci (Celkový kp) je pak uváděno, o kolik procent se zvýší celkové kapitálové požadavky při zavedení nových pravidel pro výpočet kap. požadavků ke specifickému riziku (při tříměsíčním horizontu likvidity a zahrnutí rizika události, přechodu a selhání).

Na základě tabulky vyplývající z provedeného šetření lze konstatovat, že zavedení nových pravidel povede k násobnému¹⁴⁵ (v průměru šestinásobnému) zvýšení kapitálového požadavku k specifickému riziku, což povede i k relativně významnému nárůstu celkového kapitálového požadavku.

¹⁴⁴ Jak již bylo poznamenáno, horizontem likvidity je myšleno období nutné k uzavření či zajištění pozic v portfoliu v případě stresové události.

¹⁴⁵ Nárůst velikosti kapitálového požadavku závisí mimo jiné na zvoleném horizontu likvidity. Z tohoto úhlu pohledu je zajímavé, že se zcela neprokázalo, že nárůst délky tohoto horizontu povede k nárůstu velikosti kap. požadavku. Platí to pro období 6 měsíců, nikoli ale pro horizont tří měsíců, kdy zjištěné hodnoty jsou vesměs nižší než pro horizont jednoho měsíce. Ve studii tento paradox vysvětlen není.

Dále se podařilo prokázat, že kapitálový požadavek se zahrnutím tří složek specifického rizika, tj. rizika události, rizika migrace a rizika selhání je vyšší (cca v průměru o téměř třetinu) než kapitálový požadavek ke specifickému riziku pouze se zahrnutím rizika selhání.

7.3. a) Dílčí závěr

Na základě předchozí argumentace a empirických zjištění lze konstatovat, že v případě nových standardů pro zachycení rizika události, migrace a selhání, vzhledem ke skutečnosti, že princip rizikové přírážky neměřil tato rizika a jejich pokrytí kapitálem tak bylo v některých případech nedostatečné, je zrušení možnosti používat rizikovou přírážku věcně správné.

Nicméně její současné nahrazení přímým modelováním podstupovaného rizika události, migrace a selhání již není bezproblémovým a plně akceptovatelným krokem. Tyto modely zatím nejsou prověřeny tržní praxí, není ověřena kvalita jejich výstupů. Neexistuje uznávaný tržní standard, jakou metody jsou pro odhad těchto rizik vhodné, požadavky na ně kladené jsou příliš obecné a umožňují značně diferentní přístup národních regulátorů.

Metoda, která není trhem široce akceptována a její vypovídací schopnost dostatečně není dostatečně empiricky verifikována, by neměla být akceptována jako regulatorní standard.

Zavedení přímého modelování navíc prokazatelně vede k nárůstu kapitálových požadavků. Vzhledem ke skutečnosti, že v obchodním portfoliu je nutné modelovat rizika události, migrace a selhání, zatímco v bankovním portfoliu (a také u nástrojů v obchodním portfoliu, které nesou riziko protistrany) v rámci IRB přístupu je modelováno pouze riziko selhání protistrany, může dojít k situaci, kdy kapitálový požadavek ke stejnému nástroji (např. konkrétnímu dluhopisu) bude v obchodní knize vyšší než v knize bankovní.

Stejná situace může nastat i v obchodním portfoliu, kdy expozice vůči jedné protistraně ve formě cenného papíru může mít vyšší kapitálový požadavek (jedná se o specifické riziko, takže je třeba zohlednit jak riziko selhání, tak i migrace a události) než expozice vůči stejné protistraně ve formě např. půjčky (počítá se pouze riziko selhání).

Takováto situace bude banky motivovat k regulatorní arbitráži, tj. ke snaze přesouvat nástroje z obchodního do bankovního portfolia, nebo preferovat přímý vztah s protistranou před nákupem cenného papíru.

8. Alternativní přístupy nahrazující VaR

Z výše uvedených argumentů vyplývá, že existuje odůvodněný a silný předpoklad, že změny, které byly akceptovány Basilejským výborem pro bankovní dohled, zásadním způsobem neodstraňují nedostatky ve VaR metodě a nepovedou k významnému zkvalitnění odhadů VaR tak, aby plně zachytily velikost rizika v době významných turbulencí na finančních trzích.

Velikost rizika vyjádřená v ukazateli VaR a v následném kapitálovém požadavku tedy může být nadále nižší než skutečně podstupované riziko. Rozdíl většinou nebývá významný v době konstantní volatility na finančních trzích, tj. v případě „standardní“ situace na trzích (samozřejmě za předpokladu korektní implementace a dodržování kvalitativních a kvantitativních standardů), kdy kapitálový požadavek pokrývá podstupované riziko. Nabývá ale na významu v době turbulencí na finančních trzích, kdy reálně dosažená ztráta může násobně převýšit ztrátu pokrytou kapitálovým požadavkem.

Navrhované změny navíc vedou k distorzím v rámci principů a pravidel kapitálové přiměřenosti.

Z výše uvedených argumentů vyplývá, že tyto změny by tedy neměly být zaváděny, a to ani v oblasti obecného tržního rizika, ani v oblasti specifického rizika. Kapitálové požadavky z těchto změn vyplývající nebudou dostatečně citlivě reagovat na nárůst podstupovaného rizika v době budoucích finančních krizí. Naopak v době standardních situace na trzích bude podstupované riziko, a tím i velikost kapitálových požadavků významně nadhodnocována.

Lze předpokládat, že konečným cílem přijatých změn byla snaha zajistit, aby banka měla k dispozici dostatek kapitálu, který je možné alokovat na pokrytí případných ztrát plynoucích z podstupovaného tržního rizika v období mimořádné stresové situace na finančním trhu. Jinými slovy, vlastní kapitál banky bude natolik robustní, že je schopen tyto ztráty absorbovat.

Tohoto cíle ale není možné dosáhnout v rámci VaR přístupu, neboť předpoklady v něm zabudované to neumožňují, a to ani po přijatých změnách. Kapitál absorbující stresovou situaci je nutné stanovit alternativní metodou odlišnou od přístupu VaR. Vzhledem ke skutečnosti, že charakter obecného a specifického rizika se od sebe liší, použité alternativní metody mohou být pro obě dvě kategorie tržního rizika odlišné.

8.1. Alternativní přístup u obecného tržního rizika

Existuje v případě obecného tržního rizika alternativní přístup, který by byl schopen eliminovat slabiny Value at Risk přístupu a na rozdíl od něj zachytil riziko podstupované v případě mimořádné tržní situace? Autor se domnívá, že takový přístup existuje a že jedním z možných akceptovatelných řešení je úprava a standardizace požadavků kladených na stresové testování.

Navrhovaný postup by byl následující. Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku by se rozdělil na dva dílčí vzájemně nezávislé kapitálové požadavky, a to na požadavek pokrývající podstupované tržní riziko za „standardní“ situace na trzích a na požadavek pokrývající tržní riziko při stresové situaci na trzích.

V případě prvního požadavku by vlastně nedocházelo ke změně oproti stavu před zavedením stresového VaR. Povinnost stanovovat stresový VaR by byla zrušena, kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku za „standardní“ situace by se nadále stanovoval původním způsobem (tj. jen na základě VaR z aktuální časové řady rizikových faktorů) podle vzorce:

$$KP = \max \left(VaR_{t-1}, \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i} \right) \cdot (3 + plus \ faktor) \right) \quad (57)$$

V případě druhého požadavku by se kapitál potřebný k pokrytí tržních ztrát v období mimořádné stresové situace pak odvozoval samostatně pomocí stresového testování. Vzhledem k potenciální excesivnosti dopadů tohoto testování by však kapitálový požadavek byl tvořen pouze v případě, kdy potenciální ztráta překročí předem stanovenou prahovou hodnotu (např. určené procento vlastního kapitálu).

Stresové testování má oproti VaR přístupu tu výhodu, že je principiálně založeno na vyhledávání událostí, které mohou nastat za vybraným intervalem spolehlivosti (tj. intervalem 99 %). Jak již bylo dříve zmíněno, stresové testování funguje tak, že nejprve je vytvořen stresový scénář, který představuje významnou negativní, nicméně stále ještě myslitelnou změnu ve velikosti vybraných rizikových faktorů (ať již jednoho nebo více dohromady), které mají významný vliv na změnu hodnoty portfolia. Následně se pak simuluje dopad vybraného stresového scénáře na hodnotu příslušného portfolia a posoudí se, zdali je vzniklá ztráta akceptovatelná či nikoliv.

Navíc, díky tomu, že stresové testování pracuje na principu jednorázové šokové simulace („co se stane, když“), je schopno inkorporovat do scénářů požadavky na zohlednění široké řady specifických rizikových umocňovatelů (risk drivers), jako např. zvýšená korelace mezi rizikovými faktory, rozšíření spreadů, přírážku za sníženou likviditu a podobně.

Již v současnosti je stresové testování tržního rizika vyžadováno jako automatický doplněk přístupu VaR bez ohledu na to, zdali je používán pro kapitálové účely nebo jen pro interní řízení rizik. Nicméně jsou stanoveny jen základní, ve své podstatě formální a značně obecná pravidla provádění těchto testů¹⁴⁶. V principu se zatím nerozšířily (a to ani v rámci tržních zvyklostí) standardizované stresové testy s danými parametry a dokonce ani obecně uznávaná pravidla, jakým způsobem tyto testy generovat.

Danou situaci je však možné z regulatorního úhlu pohledu řešit, přičemž existují dvě použitelné alternativy.

První možností, která se nabízí, je vytvoření série standardizovaných, relativně jednoduchých a obecně akceptovatelných scénářů pro jednotlivé vybrané rizikové faktory. Tyto regulatorně dané scénáře by banky aplikovaly na svá portfolia¹⁴⁷.

Druhá alternativa se od první odlišuje tím, že regulatorní orgán stanoví pouze pravidla a postupy. Na základě regulatorně daných pravidel a postupů by banky samy dle struktury svého portfolia generovaly příslušné stresové scénáře.

V obou dvou případech by byla dále určena frekvence stresového testování (vzhledem k charakteru obchodního portfolia relativně vysoká, pravděpodobně týdenní) a smysluplná velikost prováděného šoku.

V případě, že by dopad do kapitálu v důsledku tohoto šoku byl vyšší než předem stanovená akceptovatelná hranice, banka by pak musela doplnit vlastní kapitál na požadovanou úroveň, případně snížit velikost podstupovaného rizika (postupným uzavíráním pozic, snížením limitů či hedgingem). Jedná se vlastně o určitou analogii přístupu uplatňovaného v současnosti u úrokového rizika bankovního portfolia¹⁴⁸.

Takto pojaté omezení dopadů stresové situace má za účel ochránit banku proti negativním dopadům mimořádných tržních výkyvů, ale zároveň dramaticky neomezuje činnost banky při obchodování na finančním trhu. Tím se do značné míry liší od přístupu, založeného na principu stresového VaR.

Jak již bylo výše dokázáno, zavedení stresového VaR povede jednoznačně k navyšování potřeby kapitálu k obecnému tržnímu riziku (tato potřeba bude cca více než

¹⁴⁶ Blíže viz kapitola 4.4. Stresové testování

¹⁴⁷ Jednoduché scénáře pro úrokové riziko byly známy již v 90-tých letech, jejich vývoj však později, také kvůli rozvoji VaR, stagnoval. Viz. např. Middleton Peter (editor): *Generally Accepted Risk Principles*, Coopers and Lybrand, 1996, 175 p., ISBN 0-86349-190-1

¹⁴⁸ Viz. Basel Committee on Banking Supervision: *Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk*, Basel, Bank for International Settlements, Basel 2004, 44 p., ISBN 92-9131-670-9

dvojnásobná). Neexistuje však dostatečně podložená závislost mezi touto potřebou a reálně podstupovaným rizikem. Jinými slovy, stresový VaR způsobí, že banka bude ke stejnému portfoliu vytvářet více než dvojnásobné kapitálové požadavky (oproti stavu před zavedením stresového VaR).

Vlastní kapitál přiřazený k příslušným kapitálovým požadavkům pak bude trvale vázaný na jejich pokrytí a nebude ho již nebude možné alternativně realokovat na jiné aktivity. V případě standardní situace na trhu bude výše kapitálových požadavků zbytečně vysoká, dosažené ztráty budou nižší. Naopak v případě mimořádných tržních výkyvů může být výše alokovaného kapitálu nedostatečná, neboť stresový VaR není počítán z „nejhoršího možného“ scénáře, ale z průměru za 250 dní, v rámci kterých proběhla turbulence na finančních trzích.

Naopak navržený postup je založen na odlišném principu. Vychází z předpokladu, že pro běžnou situaci na trhu kapitálové požadavky k obecnému tržnímu riziku generované dle standardního VaR přístupu poskytují ve většině případů dostatečnou ochranu, tj. pokrývají případnou ztrátu. Pokud by přesto realizovaná ztráta překročila velikost vypočtených kapitálových požadavků, byla by pak takováto ztráta pokryta z volného vlastního kapitálu.

Co je volný vlastní kapitál? Podle platné regulace jsou banky totiž nuceny mít větší objem vlastního kapitálu, než je regulatorní minimum, tj. 8 % rizikově vážených aktiv. Na základě nově zaváděných (i když ještě neplatných) pravidel kapitálové přiměřenosti, tzv. Basel III, banka bude muset operovat na úrovni kapitálové přiměřenosti ve výši minimálně 10,5 % a spíše ještě vyšší¹⁴⁹.

Jinak řečeno, téměř čtvrtina kapitálu banky (24 %) nebude pokrývat konkrétní kapitálové požadavky a část z tohoto explicitně nealokovaného kapitálu může být použita k pokrytí nečekaných mimořádných ztrát. Kapitál by tedy nebyl trvale vázán ve formě kapitálových požadavků k tržnímu riziku, nicméně v případě nadlimitní tržní ztráty by byl k dispozici k jejímu pokrytí (stejně tak ale může pokrýt případnou ztrátu vzniklou jiné obchodní linií, např. v komerčním bankovníctví).

Banka navíc není nucena, pokud sama nechce, omezovat transakce na finančních trzích (např. uzavírat pozice za pro ni nevýhodných podmínek). Výhodou tohoto volného kapitálu totiž je skutečnost, že i když banka spadne pod jeho stanovenou úroveň, nedojde ze strany regulatorního orgánu k omezení činnosti banky, ale pouze k omezení distribuce zisků

¹⁴⁹ Jedná se o tzv. „nárazník chránící kapitál banky (capital buffer)“, jehož výše dosahuje 2,5 procentních bodů a přičítá se ke k minimálně akceptované 8% úrovni kapitálové přiměřenosti. Kromě tohoto nárazníku může národní regulátor diskrečně rozhodnout o zavedení dalšího, tzv. „proticylického“ nárazníku rovněž až do výše 2,5 procentního bodu.

(např. je možné na výplatu dividend použít pouze část dosaženého zisku, zbylou část je nutné zadržet pro posílení vlastního kapitálu).

Teprve v případě, kdy by výsledky aplikovaných stresových testů generovaly vyšší než stanovenou akceptovatelnou potenciální ztrátu, banka by musela reagovat a doplnit v průběhu stanovené doby vlastní kapitál na požadovanou úroveň (případně uzavřít otevřené pozice a tak úroveň rizika snížit).

Otázkou zůstává, jak výše zmíněnou maximální akceptovanou akceptovatelnou ztrátu stanovit. Lze například vyjít z úvahy, že pokud by došlo k reálnému výskytu mimořádné stresové situace, neměl by její dopad ohrozit fungování instituce, tj. nesměla by zapříčinit pokles kapitálové přiměřenosti pod 8 %. To znamená, že velikost maximální přípustné ztráty nesmí převýšit velikost volného kapitálu banky. Z obezřetnostních důvodů by však maximální přípustná ztráta byla s největší pravděpodobností stanovena na nižší úrovni (např. aby bylo možné ustát paralelní dopad tržní a kreditní stresové situace).

Pro ilustraci a lepší pochopení výše zmíněného je možné uvést následující příklad. Budou porovnány dopady výše zmíněných dvou přístupů – nejprve postup založený na stresovém testování, poté postup založený na stresovém VaR. Příklad je ilustrativní, nejedná se o reálně existující banku, uvedená čísla jsou hypotetická.

Hypotetická banka má vlastní kapitál ve výši 10,5 mld. CZK. Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku stanovený vlastním VaR modelem (bez stresového VaR) činí 0,8 mld. CZK (jeho výše odpovídá 10 % celkových kapitálových požadavků, což převyšuje český standard), velikost kapitálového požadavku na základě stresového VaR se rovná 1,2 mld. CZK. Kapitálové požadavky k ostatním zbývajícím rizikům (kreditním a operačním) dosahují hodnoty 7,2 mld. CZK.

V případě postupu založeném na stresovém testování se z celkového vlastního kapitálu 8 mld. CZK váže na jednotlivé kapitálové požadavky (včetně 0,8 mld. CZK alokované na tržní riziko), 2,5 mld. CZK představují volný vlastní kapitál. Rizikově vážená aktiva pak představují 100 mld. CZK¹⁵⁰. Kapitál ve výši 10,5 mld. CZK pak odpovídá kapitálové přiměřenosti 10,5 % (dle vztahu kapitálová přiměřenost = vlastní kapitál / rizikově vážená aktiva, tj. 10,5 / 100). Limit pro velikost maximální přípustné stresové ztráty by byl stanoven ve výši volného vlastního kapitálu, tj. 2,5 mld. CZK.

Poněkud jinak by tomu bylo v případě metody založené na stresovém VaR. V tomto případě by kapitálový požadavek k tržnímu riziku byl vyšší o velikost kapitálového

¹⁵⁰ Rizikově vážená aktiva se zjistí tak, že celkové kapitálové požadavky se vynásobí koeficientem 12,5.

požadavku na základě stresového VaR 1,2 mld. CZK a činil by celkem 2 mld. CZK. Tím pádem by se zvýšil objem kapitálu vázaného na jednotlivé kapitálové požadavky na 9,2 mld. CZK. A objem volného kapitálu by naopak klesl na 1,3 mld. CZK. Zároveň by se zvýšil objem rizikově vážených aktiv na 115 mld. CZK. A tím naopak klesla kapitálová přiměřenost na 9,13 % (tj. $10,5 / 115$). Výše uvedené dopady jsou pro větší přehlednost uvedeny v následující tabulce č. 22.

Tab. č. 22: Porovnání dopadů metody založené na stresovém testování a metody založené na stresovém VaR

	Metoda stresového testování	Metoda stresového VaR
Vlastní kapitál	10,5 mld.	10,5 mld.
Kap. pož. k obecnému riziku	0,8 mld.	2,0 mld.
Volný kapitál	2,5 mld.	1,3 mld.
Vázaný kapitál	8,0 mld.	9,2 mld.
Rizikově vážená aktiva	100 mld.	115 mld.
Kapitálová přiměřenost	10,5 %	9,13 %

Zdroj: vlastní

Na základě výše uvedených údajů je možné rozebrat následující hypotetickou (poněkud zjednodušenou) situaci. Předpokladem je, že stresové období je krátké a po jeho skončení se na trhu obnoví původní úroveň rizika.

Banka provede stresový test na tržní riziko. Výsledkem tohoto testu bude potenciální pokles tržní hodnoty portfolia o 4 mld. CZK. Pokud používá přístup založený na stresovém testování, překročila limit (o 1,5 mld. CZK) a dané překročení je nutné následně doplnit dodatečným kapitálem. V případě skutečného výskytu stresové situace bude operovat na 8 % kapitálové přiměřenosti. Pokud však bude použita metoda stresového VaR, není banka povinná zajišťovat dodatečný kapitál. V případě výskytu takovéto neočekávané stresové situace se dostane pod regulatorní minimum (vlastní kapitál poklesne o 4 mld. CZK na 6,5 mld. CZK, rizikově vážená aktiva zůstanou na nezměněné úrovni 115 mld. CZK a kapitálová přiměřenost pak poklesne na 5,65 %).

Jak by tomu bylo v hraničním případě, kdy by po provedení stresového testu případná ztráta činila 2,5 mld. CZK? V takové situaci by vlastně banka používající přístup založený na stresovém testování nemusela dodatečný kapitál zajišťovat a přesto by byla ochráněna. Pokud by taková situace nastala, odepíše volný kapitál, ale zůstane jí kapitál pro pokrytí běžného obchodování (0,8 mld. CZK) a nemusí omezit rozsah transakcí. Bude operovat na minimální

regulatorně akceptovatelné úrovni 8 % kapitálové přiměřenosti (a chybějící kapitálový nárazník postupně dotvoří z dosaženého zisku).

V případě, kdy používá stresový VaR, je situace odlišná. Banka má k dispozici pouze 1,3 mld. CZK volného kapitálu. Zbytek ztráty musí pokrýt kapitálem vázaným na tržní riziko. Banka pak nemůže obnovit své aktivity na finančním trhu, neboť nemá k dispozici vlastní kapitál nutný k pokrytí kapitálových požadavků, které z obchodování vzniknou. Pokud by je chtěla obnovit v předchozím rozsahu (za předpokladu, že po skončení krize se velikost rizika navrátila na předkrizovou úroveň), spadla by s kapitálovou přiměřeností na úroveň 6,96 % (kapitál by klesl na 8 mld. CZK, rizikově vážená aktiva by zůstala na úrovni 115 mld. CZK), což je pod hranicí regulatorně akceptovaného minima a banka by čelila sankcím ze strany regulatorního orgánu (např. nucená správa či odebrání licence).

Zvýše uvedeného vyplývá že zavedení limitů na bázi stresového testování poskytuje finančním institucím větší flexibilitu a větší ochranu při obchodování na finančním trhu než stresový VaR při stejném absolutním objemu kapitálu.

Nyní je zapotřebí navrátit se k otázce, jaký ze dvou alternativních přístupů (buďto vytvoření série scénářů, nebo vytvoření pravidel pro jejich tvorbu) ke stresovému testování zvolit.

První alternativa, tj. vytvoření regulatorně daných jednoduchých scénářů, je méně schůdná a má řadu úskalí. Výhodou je naopak jednoduchost, snadná implementace a jednoduchá interpretace výstupů.

Významným problémem spjatým s touto alternativou je především skutečnost, že banky mají odlišná portfolia a pohybují se na různých trzích. Velikost podstupovaného rizika tudíž bude ovlivňována různými rizikovými faktory či umocňovateli s odlišnou vahou na celkovou velikost rizika, přičemž některé faktory navíc nemusí být rozšířeny globálně, budou unikátní pro daný trh (např. emisní povolenky). Jednoduché stresové scénáře tedy řadu pro banku významných rizikových faktorů nemusejí zahrnovat buďto vůbec, nebo jejich váha nebude odpovídat realitě banky.

Navíc banky mohou používat nejednotný přístup k rozkladu nástrojů a přiřazování pozic k jednotlivým rizikovým faktorům, zejména u složitějších nástrojů, kde chybí jednotná obecně uznávaná praxe.

Standardizované regulátorem dané scénáře by pak u části bank mohly vést k určitým nepřesnostem v měření podstupovaného rizika (v obou dvou směrech, riziko by mohlo být jak podhodnoceno, tak i nadhodnoceno).

Globálně by takovéto scénáře by mohli být v podstatě vyvinuty pouze pro změnu těch rizikových faktorů či umocňovatelů, které jsou relevantní v zásadě pro všechny banky. Jednalo by například o rizikové faktory v následujících oblastech (výčet je pouze indikativní):

- paralelní posun výnosových křivek v hlavních obchodních měnách o daný počet bazických bodů za danou periodu
- změna sklonu výnosové křivky (případně křivek) v hlavní obchodní měně (nebo měnách)
- rozšíření spreadů o daný počet basických bodů mezi různými kategoriemi výnosových křivek
- prudká změna měnových kursů vůči základní měně
- prudká změna akciových indexů
- paralelní prudká změna volatilit měnových kursů, volatilit výnosů nástrojů s pevným výnosem (fixed-income) a volatilit akciových indexů.

Stresová velikost změn rizikových faktorů by byla globálně Basilejským výborem nastavena na základě empirických zkušeností z vyspělých trhů, národní regulátor by měl pravděpodobně mít právo velikost případné změny rizikového faktoru zvýšit, pokud to koresponduje s vyšší rizikovostí lokálního finančního trhu (např. globálně by byla stanovena stresová změna měnového kursu na 20 %, domácí regulátor by ji pro svoji domácí měnu zvýšil na 30 %).

Scénáře pro rizikové faktory a umocňovatele specifické pro národní trh by musely být vytvářeny lokálně národními regulátory pro všechny banky v jejich jurisdikci (v ČR např. testování dopadu přerušení obchodování mezi českou dcerou a zahraniční matkou). V určitých případech, pokud by to struktura trhu vyžadovala, by národní regulátoři vyvíjely odlišné scénáře pro různé typy bank (v ČR např. jeden typ scénářů pro banky mající přístup k retailovým depozitům, druhý typ pro banky, které tento přístup nemají a konečně třetí typ pro stavební spořitelny). To však na druhé straně vyvolává určité pochybnosti o tom, jak by byly výsledky stresových testů na základě odlišných regulatorně daných scénářů porovnatelné.

Zároveň v těchto jednoduchých scénářích je v zásadě nemožné zachytit násobný pochyb různých rizikových faktorů, jejich vzájemnou provazbu a zpětné ovlivnění. Právě k tomu však ve stresových podmínkách často dochází. Počáteční šok (který jediný by byl vyjádřen v jednoduchém stresovém scénáři) zapůsobí na účastníky trhu, ti změni své tržní chování (budou se snažit minimalizovat případné ztráty), tím destabilizují trh, vyvolají

negativní změnu dalších rizikových faktorů a tím významně zvýší negativní dopady počátečního šoku.

Ukázkovým příkladem je situace na americkém hypotéčním trhu v letech 2007-2008. Počáteční šok byl vyvolán nárůstem míry selhání u nestandardních hypoték. To následně vedlo k zhoršení tržních cen kolateralizovaných cenných papírů (CDO). Zároveň daný šok poukázal na jisté nedostatky v modelech používaných pro řízení a ocenění těchto nástrojů. Komplexita a nedostatek transparentnosti při ocenění CDO pak zpětně vedl k nejistotě ohledně reálné hodnoty podkladových nástrojů (v této fázi již nejen hypoték). Hráči na trhu následně drasticky omezili své aktivity na trhu sekuritizovaných nástrojů (např. přestali původcům vydávat nové emise) a zároveň se snažili již emitované nástroje prodat, čímž samozřejmě opět tlačily na pokles cen sekuritizovaných nástrojů. Trh se sekuritizacemi se stal prakticky nelikvidní.

Tím se dostaly do likvidních problémů jak banky, které hypotéky poskytovaly (a hodlaly je financovat prodejem na trhu sekuritizovaných aktiv), tak banky, které byly významnými tvůrci trhu se sekuritizovanými aktivy (a držely tak velký objem na svých knihách). Vzhledem k nejistotě, kdo vlastně problémové investice drží, banky si postupně přestaly poskytovat nezajištěné půjčky. Tím se likviditní tlak ještě zhoršil, došlo k výprodeji ostatních finančních aktiv (a tím k poklesu jejich cen), k zhroutení jejich trhů a tím pádem díky vysoké averzi k riziku i k zastavení zajištěného financování na mezibankovním trhu (tzv. flight to quality, k zajištění se daly použít prakticky jen státní papíry). Původně osamocený a relativně nevýznamný šok se tak díky zpětné vazbě rozšířil na celý americký (a nejen americký) finanční sektor.

Výše popsaná situace může postihnout především velké, mezinárodně aktivní banky s komplexními portfolii, které často reálně fungují jako tvůrci trhu. V jejich případě by využití jednoduchých stresových scénářů jednoznačně podhodnocovalo podstupované tržní riziko. Stresové testování u takovýchto bank musí být založeno na scénářích, které jsou vytvořeny na základě vzájemně provázaných změn více faktorů.

Druhá varianta, tj. vytvoření jednotných pravidel, na základě kterých by banky samy scénáře generovaly, se jeví jako schůdnější a lépe aplikovatelná. Do značné míry totiž odstraňuje problém odlišné struktury portfolia.

Použitý scénář pro stresové testování bude založený na základě vzájemně provázaných změn hodnot řady rizikových faktorů či umocňovatelů, přičemž velikost změny hodnoty bude

odvozena pomocí analýzy historických dat. Výběr setu rizikových faktorů a umocňovatelů je ponechán na bance, postup pro stanovení změny hodnoty je však dán regulatorně.

Tím je do umožněna zpětná auditovatelnost postupu výpočtu stresové hodnoty. Také je tím do značné míry omezena možnost manipulace výsledku. Jediný parametr, kterým banka může ovlivnit výsledek (samozřejmě za předpokladu, že její interní systém řízení tržního rizika je jinak korektní), je výběr rizikových faktorů a umocňovatelů, další postup již je objektivně dán a není bankou subjektivně ovlivnitelný.

Výstupy stresového testování budou citlivé na změnu vybraných rizikových faktorů, dále pak budou citlivé na změny ve struktuře portfolia a do určité míry budou i citlivé na změnu tržního prostředí (skrz změnu v rizikových faktorech).

Kladem navrhovaného postupu je skutečnost, že stresové testy jsou relativně objektivní a jejich výstupy poskytují do značné míry porovnatelnou časovou řadu. Tím umožňují smysluplnou aplikaci limitů a (i když s jistým omezením) umožňují porovnatelnost mezi jednotlivými institucemi.

Nevýhodou zvoleného přístupu (stejně jako u VaR) však je skutečnost, že postup není „forward looking“, tzn. není schopen odhadovat potenciální budoucí krize a její dopady, je budován čistě na bázi historických dat. Proto je vhodné pro interní účely doplnit regulatorní stresové testování stresovými testy založenými na expertních odhadech.

Banka by pro stresové testování využila svůj interní systém řízení tržních rizik, včetně výběru rizikových faktorů, rozložení nástrojů do pozic a přiřazení pozic k jednotlivým rizikovým faktorům (samozřejmě za předpokladu, že systém je přiměřený velikosti a komplexnosti portfolia banky a vychází z obecně akceptovatelných finančních principů).

Následně by pak vybrala rizikové faktory (případně umocňovatele), jejichž změna má významný dopad do výnosů či hodnoty portfolia banky a které tedy budou ve stresových testech zohledněny. Výběr rizikových faktorů by byl pravděpodobně ponechán na bance. Banka však musí prokázat, že její výběr je relevantní.

Jinými slovy, měla by být schopna přesvědčit regulátora (např. testy dobré shody), že historické změny hodnoty portfolia jsou do značné míry (jak velká by tato míra shody měla být je otázkou pro další diskusi, může být např. 90 %) vysvětlitelné změnou vybraných rizikových faktorů, a to i v době stresové situace na trhu. Respektive mělo by platit, že ve standardním období by tato shoda (např. oněch 90 %) měla být dosahována vždy. V případě stresové události, pokud by takováto shoda nenastala, je to důvodem pro přehodnocení a doplnění počtu vybraných rizikových faktorů.

Dopad podstupovaného tržního rizika může být v rámci stresového testování vyhodnocován ze dvou do značné míry odlišných úhlů pohledu. Prvním úhlem pohledu je vyhodnocení, jaký dopad bude mít potenciální ztráta na výnosy a zisk banky za dané období, např. za jeden rok (tzv. earnings approach). Druhým úhlem pohledu je pak vyhodnocení, v jakém rozsahu se v důsledku potenciální ztráty sníží hodnota portfolia banky (tzv. economic value approach).

V souladu s principy oceňování transakcí na finančním trhu (přeceňují se na denní bázi a případná ztráta se automaticky odečítá od kapitálu) a s principy kapitálové přiměřenosti (a v neposlední řadě také v souladu s přístupem k testování podstupovaného úrokového rizika v bankovní knize v rámci Pilíře II) je korektní, aby dopad podstupovaného tržního rizika byl vyhodnocován pomocí druhého přístupu, tj. v jakém rozsahu se sníží hodnota portfolia banky v případě šoku (economic value approach).

Vybrané rizikové faktory by pak byly měly být stresově testovány. Doporučen může být např. následujícího přístup založený na analýze historických dat¹⁵¹.

Pro každý vybraný rizikový faktor by banka provedla výpočet horní a dolní hodnoty jednoprocentního kvantilu pozorovaných změn hodnot příslušného rizikového faktoru. Ten by počítala pro stanovené období, např. 20 obchodních dní (jinými slovy, sledovala by měsíční změny ve velikosti příslušného rizikového faktoru) zjištěného na základě minimálně desetiletého pozorování změn příslušného rizikového faktoru. Jednotlivá pozorování v časové řadě jsou vždy o jeden den posunuta. Stejným způsobem jako s rizikovými faktory lze samozřejmě zacházet i z časovou řadou rizikových umocňovatelů (korelace, spready atd.).

Velikost nastavení parametrů je samozřejmě otázkou diskuse a konsensu, např. místo 20 dní může být třeba 10 dní, délka časové řady pozorování změn nemusí být 10 let, ale 5 či 15 let a podobně. Navíc dopad zvolených parametrů na velikost výstupů ze stresových testů by bylo nutné empiricky ověřit (pomocí kvantitativní studie dopadů ve spolupráci Basilejského výboru, národních regulátorů a bankovního sektoru).

Otevřené pozice jsou vynásobeny příslušnou negativní změnou rizikových faktorů. Pokud by rizikové faktory měly být mezi sebou korelovány, korelace by měly být kalkulovány obdobným způsobem jako rizikové faktory (jinými slovy je třeba použít stejné období). Stresový scénář je testován periodicky s vysokou frekvencí (např. týdenní).

¹⁵¹ Přístup je inspirován a odvozen jednou z metod testování podstupovaného úrokového rizika v bankovním portfoliu v rámci Pilíře II. Viz Basel Committee on Banking Supervision: Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk, Basel, Bank for International Settlements, Basel 2004, 44 p., ISBN 92-9131-670-9.

Výsledek stresového scénáře pak bude následně porovnán s vlastním kapitálem banky. Velikost ztráty ekonomické hodnoty pak musí být limitována určenou sumou vlastního kapitálu banky a to kapitálu volného. Ideálně by se mělo jednat o kombinaci „měkkého“ (překročitelného) a „tvrdého“ (nepřekročitelného) limitu.

Použití měkkého a tvrdého limitu má při obchodování své opodstatnění, jednak kvůli skutečnosti, že pozice v obchodním portfoliu jsou přeceňovány na denní bázi, jednak kvůli tomu, že banka může mít závazky, jejichž nesplnění by trh penalizoval (např. závazky, které banka má jako tvůrce trhu).

Kombinace těchto dvou limitů může například mít níže uvedenou formu. Pokles ekonomické hodnoty by neměl standardně převýšit 30 % volného vlastního kapitálu banky. Pokud je banka pod tímto limitem, má dostatek kapitálu k pokrytí dopadů stresové události, stresová událost na ni nebude mít likvidační dopad.

Pokud pokles ekonomické hodnoty překročí hodnotu 30 % volného vlastního kapitálu, dopad stresové události na banku by již byl významný. Banka tedy musí podstupované riziko omezit. Banka tak neprodleně (např. v horizontu 10 obchodních dní) sníží či zajistí své otevřené pozice tak, aby se dostala pod požadovaný limit 30 %. Určitý čas je zapotřebí proto, aby banka díky uzavírání pozic nedestabilizovala trh a sama neutrpěla ztrátu.

Pokles ekonomické hodnoty však nikdy nesmí převýšit 50 % vlastního kapitálu banky (tvrdý limit). Překročení takového limitu musí být vždy pokryto kapitálem, který pak nemůže být použit na pokrytí rizik vyplývajících z ostatních aktivit banky (otázkou spíše technického charakteru je, zdali by se jednalo o kapitálový požadavek či odečitatelnou položku od kapitálu).

8.1.a) Dílčí závěr

Předchozí argumentaci je možno stručně shrnout. V případě obecného tržního rizika práce navrhuje alternativní přístup, který je schopen zachytit riziko podstupované v případě mimořádné tržní situace. Řešením je úprava a standardizace požadavků kladených na stresové testování.

Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku je rozdělen na dva dílčí vzájemně nezávislé kapitálové požadavky:

- 1) na požadavek pokrývající podstupované tržní riziko za „standardní“ situace na trzích,
- 2) na požadavek pokrývající tržní riziko při stresové situaci na trzích.

První požadavek by chránil banku proti běžným tržním výkyvům a počítal by se původním způsobem na základě VaR z aktuální časové řady změn rizikových faktorů.

V druhém případě by se kapitál potřebný k pokrytí tržních ztrát v období mimořádné stresové situace odvozoval samostatně pomocí stresového testování. Kapitálový požadavek však byl tvořen pouze v případě, kdy potenciální ztráta překročí předem stanovenou prahovou hodnotu.

Takto pojaté omezení dopadů stresové situace chrání banku proti negativním dopadům mimořádných tržních výkyvů, ale zároveň dramaticky neomezuje činnost banky při obchodování na finančním trhu. Zavedení takového limitu poskytuje finančním institucím větší flexibilitu a větší ochranu při obchodování na finančním trhu než stresový VaR při stejném absolutním objemu kapitálu.

Existují dvě alternativní možnosti standardizace požadavků kladených na stresové testování.

První je vytvoření série standardizovaných, relativně jednoduchých a obecně akceptovatelných scénářů pro jednotlivé vybrané rizikové faktory. Tyto scénáře by banky aplikovaly na svá portfolia. Tato alternativa však má řadu úskalí. Jednoduché stresové scénáře mohou část rizika nepodchytit, jsou značně statické a v zásadě je možné použít je jen pro malé a střední banky.

Druhou, snadněji implementovatelnou alternativou je, že regulační orgán stanoví pouze pravidla a postupy. Na základě regulačně daných pravidel a postupů by banky samy dle struktury svého portfolia generovaly příslušné scénáře.

Použitý scénář pro stresové testování je založený na základě vzájemně provázaných změn hodnot řady rizikových faktorů či umocňovatelů, přičemž velikost změny hodnoty se odvodí pomocí analýzy historických dat. Výběr setu rizikových faktorů a umocňovatelů je ponechán na bance, postup pro stanovení změny hodnoty však stanoví regulátor. Stres test pak simuluje dopad scénáře na snížení tržní hodnoty portfolia banky. Výsledná ztráta je porovnávána s limitem stanoveným jako poměrná část volného vlastního kapitálu. Pokud ztráta překročí limit, musí být dokryta kapitálem, případně musí být snížena otevřená pozice.

8.2. Alternativní přístup u specifického tržního rizika

Poněkud odlišný přístup je třeba zvolit v případě specifického rizika a nových standardů pro zachycení rizika události, migrace a selhání.

V tomto případě lze konstatovat, že riziková přírážka založená na idiosynkratickém riziku neměřila chybějící složky specifického rizika. Jejich pokrytí tak bylo v mnoha případech ne zcela dostatečné a vedlo u některých bank v době finanční krize v letech 2007-2008 k významným ztrátám. Zrušení možnosti používat rizikovou přírážku se v tomto kontextu jeví jako smysluplné a věcně správné.

Otázkou však zůstává způsob, jakým je možné tuto rizikovou přírážku nahradit. Přístup Basilejského výboru, který ji nahrazuje přímým modelováním podstupovaného rizika události, migrace a selhání se nejeví jako nejšťastnější krok a je ze dvou zásadních důvodů obtížně přijatelný.

Prvním důvodem je neurčitost nároků kladených na toto modelování. Požadavky kladené ze strany Basilejského výboru na výše zmíněné modely jsou příliš obecné a umožňují značně odlišný výklad národních regulátorů. Není vybrána jedna metoda (případně několik málo) pro odhad, v zásadě jsou přípustné libovolné postupy. Navíc neexistuje ani uznávaný tržní úzus, jaké metody jsou pro odhad těchto rizik vhodné a jaké minimální standardy by metody pro modelování rizika události, migrace a selhání měly splňovat. Významným nedostatkem je i skutečnost, že tyto modely nejsou prověřeny tržní praxí, není ověřena kvalita jejich výstupů a není k dispozici dlouhodobější porovnání mezi odhady modelů a reálně dosaženými ztrátami.

Metoda, která není trhem široce přijímána, jejíž vypovídací schopnost není dostatečně empiricky ověřena a která navíc může být různým způsobem vykládána, by v zásadě neměla být akceptována jako regulační standard.

Druhým důvodem je existence distorze mezi jednotlivými kapitálovými požadavky, která by mohla vést ke významným snahám o regulační arbitráž.

V případě nástrojů se specifickým rizikem zařazených do obchodního portfolia (typicky cenných papírů) je nutné při modelování specifického rizika zohlednit kromě rizika selhání i faktory pokrývající rizika události a migrace.

Příčemž, dle průzkumu provedeného samotným Basilejským výborem pro bankovní dohled přímé modelování rizika události, migrace a selhání povede k prokazatelnému k nárůstu kapitálových požadavků¹⁵².

Oproti tomu v případě nástrojů zařazených do bankovního portfolia a stejně tak u nástrojů v obchodním portfoliu, které nesou riziko protistrany, bude situace odlišná. Pro tyto nástroje se stanovuje kapitálový požadavek k riziku kreditnímu, nikoli specifickému. V rámci pokročilého přístupu ke kreditnímu riziku (IRB přístup) je však modelováno pouze riziko selhání protistrany, riziko migrace a události nikoliv.

Hrozí pak situace, kdy kapitálový požadavek ke stejnému nástroji (např. konkrétnímu dluhopisu) bude v obchodní knize vyšší než v knize bankovní, případně v obchodní knize bude mít expozice vůči stejné protistraně ve formě cenného papíru vyšší kapitálový požadavek než přímá expozice.

Takováto situace bude banky logicky motivovat k regulatorní arbitráži, tj. ke snaze přesouvat nástroje z obchodního do bankovního portfolia, případně preferovat přímý vztah s protistranou před nákupem jejího cenného papíru.

Z výše uvedených dvou důvodů by bylo vhodné modelový přístup k riziku události, migrace a selhání v této fázi nezavádět a jeho účinnost minimálně pozastavit.

Pro odhad specifického rizika, respektive pro výpočet kapitálového požadavku, by bylo možné i pro nástroje se specifickým rizikem použít přístup založený na interním ratingu bank (IRB přístup).

IRB přístup¹⁵³ je v současnosti používán pro stanovování kapitálových požadavků ke kreditnímu riziku nástrojů držených v bankovním portfoliu. Zároveň je možné tento přístup aplikovat na nástroje v obchodním portfoliu, které generují riziko protistrany (např. úvěry na mezibankovním trhu, repooperace, deriváty atd.). Je chápán jako přístup pokročilý, je možné používat ho pouze za předpokladu, že jsou splněny stanovené kvantitativní a kvalitativní požadavky a jeho užití pro kapitálové účely podléhá souhlasu regulátora.

IRB přístup nepředstavuje „plnohodnotný“ modelový přístup. Důvodem je především skutečnost, že v praxi se pro měření kreditního rizika používá celá řada postupů založených na značně odlišných předpokladech a matematických principech, přičemž zatím žádný z nich

¹⁵² Viz Basel Committee on Banking Supervision: Analysis of the trading book quantitative impact study, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 16 p., ISBN 92-9131-805-1

¹⁵³ Základní charakteristika IRB přístupu je uvedena v příloze B „Co je IRB přístup“. Pro detailní seznámení s požadavky na IRB systém viz Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004, 251 p., ISBN 92 - 9131-669-5

není obecně preferován jako „správný“. Navíc zpětné testování v případě modelů pro kreditní riziko má nízkou vypovídací schopnost. Z těchto důvodů Basilejský výbor rozhodl o tom, že vzorec pro výpočet kapitálových požadavků bude stanoven regulatorně („regulatorní model“) a banka bude moci do tohoto vzorce doplňovat vlastní odhady vybraných parametrů (vzorec je modifikován pro odlišné kategorie protistran), přičemž minimálně musejí mít k dispozici odhad pravděpodobnosti selhání.

Mezi vybrané parametry, pro které je možné používat vlastní odhady, patří následující:

- pravděpodobnost selhání protistrany (probability of default, PD), což znamená jaké procento protistran během jednoho roku plně nesplní své závazky,
- ztrátu vzniklou při selhání (loss given default, LGD), jinými slovy jakou procentní část poskytnuté pohledávky banka při selhání protistrany ztratí,
- expozici při selhání (exposure at default, EAD), jinak řečeno jak velká bude expozice banky vůči protistraně v případě jejího selhání,
- a případně efektivní maturitu (M).

Pokud by se používání IRB přístupu rozšířilo i na nástroje se specifickým rizikem, bylo by tím vlastně dosaženo konzistence a stejného zacházení s obdobnými nástroji v bankovním a obchodním portfoliu. Stejně tak by bylo dosaženo i konzistence a stejného zacházení i z různou formou expozic (papír versus přímá expozice) se stejnou protistranou v portfoliu obchodním.

Pro dotčené banky by rozšíření IRB přístupu i na nástroje se specifickým rizikem nemělo představovat významnější technickou zátěž, neboť banky používající modely pro specifické riziko v naprosté většině případů mají schválen IRB přístup.

Použití IRB přístupu pro nástroje se specifickým rizikem v obchodním portfoliu, většinou cenných papírů, nicméně přináší jeden významnější problém. Zmíněným problémem je dlouhá maturita (případně neexistence maturity u akciových nástrojů) v případě některých cenných papírů. Kapitálový požadavek počítaný pomocí IRB totiž v určité míře narůstá úměrně s délkou zbytkové splatnosti nástroje¹⁵⁴. Standardně předpokládá, že doba do

¹⁵⁴ **Kapitál (K)** = $[LGD \times N \{((1-R) - 0,5 \times N - 1 \text{ (PD)} + (R/1-R)0,5 \times N - 1(0,999))\} - PD \times LGD] \times \{1 + (M - 2,5) \times b\} / (1 - 1,5 \times b)$, přičemž:

- b je maturity adjustment, $b = (0,11852 - 0,05487 \times \ln(PD))^2$, zohledňuje předpoklad, že při nízké PD s rostoucí maturitou existuje vysoký potenciál k zhoršení PD.
- R je korelační funkce, vyjadřující závislost selhání dlužníka na ekonomické situaci státu. Čím nižší PD, tím větší tato závislost je.

splatnosti nástroje činí 2,5 roku. To však zcela nekoresponduje s naturelem papírů držených v obchodním portfoliu. Cenné papíry zde držené nemají charakter ekvivalentu přímého obchodování, jsou drženy za účelem opětovného odprodeje. V případě zhoršení jejich kreditní kvality je banka většinou dlouhodobě nedrží, ale postupně odprodá dávnu před jejich finální maturitou.

Tento problém je však relativně jednoduše řešitelný. Maturitu cenného papíru je při výpočtu kapitálového požadavku pomocí IRB přístupu možné nahradit tzv. horizontem likvidity,¹⁵⁵ přičemž pro stanovení jeho velikosti je možné akceptovat návrh Basilejského výboru a postupovat s ním v souladu.

Jak již bylo dříve poznamenáno, Basilejský výbor vychází z předpokladu z předpokladu, že banka hodlá v ročním časovém horizontu udržovat konstantní úroveň podstupovaného rizika události, migrace a selhání. Pokud by tedy došlo k negativní změně v bonitě cenných papírů (či jiných nástrojů se specifickým rizikem), takovéto nástroje budou z portfolia postupně odstraňovány a nahrazeny jinými tak, aby zůstala zachována počáteční akceptovatelná úroveň podstupovaného rizika.

Horizontem likvidity je pak míněna doba, v průběhu které se v období finančních turbulencí podaří příslušné pozice uzavřít a nahradit. Délka horizontu likvidity by samozřejmě byla odlišná pro různé kategorie nástrojů se specifickým rizikem dle jejich likvidnosti. V souladu s navrženým přístupem Basilejského výboru by se pohybovala od jednoho měsíce do dvanácti měsíců.

Otevřeným problémem zůstává, který subjekt bude délku horizontu likvidity určovat, zdali banka nebo regulátor. Pro zachování konzistence a jednotného přístupu by bylo pravděpodobně vhodnější, aby délka horizontu likvidity pro jednotlivé kategorie nástrojů byla stanovena (minimálně z počátku) jednotně rozhodnutím regulátora, nikoli aby byla stanovována bankami na základě jejich interních měření (je to však otázka, kterou je možné nadále diskutovat).

Interní modely pro odhad rizika události, migrace a selhání by zatím bylo umožněno používat pouze pro potřeby interního měření těchto rizik, nikoli pro kapitálové účely. Odhady generované interními modely bank by byly pravidelně porovnávány s IRB kapitálovými

- N označuje kumulativní funkci standardního normálního rozdělení s nulovou střední hodnotou a jednotkovým rozptylem

¹⁵⁵ Viz Basel Committee on Banking Supervision: Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 71 p., ISBN 92-9131-744-6. Problematika horizontu likvidity byla také diskutována v kapitole 6. 2. Nové standardy pro odhad specifického rizika.

požadavky pro shodná portfolia. Porovnání by bylo následně pravidelně reportováno národním regulatorním orgánům.

Po uplynutí předem stanoveného a dostatečně dlouhého monitorovacího období (například pěti let) by Basilejský výbor ve spolupráci s bankovním sektorem výstupy analyzoval. Na základě dané analýzy by pak došlo k rozhodnutí, zdali pro riziko události, migrace a selhání bude nadále smysluplnější použití IRB přístupu nebo nikolivěk (jednalo by se vlastně o obdobný přístup, který je Basilejským výborem použit např. při rozhodování o zavedení limitů pro riziko likvidity).

Pokud by se obavy z možnosti regulatorní arbitráže nenaplnily, je možné na základě získaných empirických poznatků a zkušeností vybrat vhodnou metodu pro modelování těchto rizik, zpřesnit standardy a požadavky na ně kladené a povolit používání těchto modelů pro kapitálové účely.

8.2.a) Dílčí závěr

Výše zmíněnou argumentaci je možno stručně shrnout. V případě specifického rizika riziková přírážka založená na idiosynkratickém riziku neměřila chybějící složky specifického rizika a její zrušení je oprávněné. Její nahrazení přímým modelováním rizika události, migrace a selhání se však v daném okamžiku nejeví jako vhodné.

Důvodem je zejména vágnost požadavků kladených na toto modelování, nedostatečné ověření vypovídací síly modelů a v neposlední řadě existence distorze mezi jednotlivými kapitálovými požadavky, která by mohla vést ke významným snahám o regulatorní arbitráž. Z výše uvedených důvodů je oprávněné modelový přístup k riziku události, migrace a selhání nezavádět a jeho účinnost minimálně pozastavit.

Disertační práce jako alternativu pro nástroje se specifickým rizikem v obchodním portfoliu navrhuje dočasně použít pro stanovení kapitálových požadavků IRB přístup. Tím by bylo dosaženo konzistence a stejného zacházení jako s obdobnými nástroji v bankovním portfoliu, stejně jako s přímými expozicemi se stejnou protistranou v portfoliu obchodním. Technicky by to pro banky nemělo představovat zátěž, případné problémy s dlouhou splatností nástrojů se specifickým rizikem by se vyřešily nahrazením splatnosti horizontem likvidity.

Modely pro riziko události, migrace a selhání byly používány pouze pro interní účely a jejich výstupy by byly monitorovány. Po uplynutí stanoveného období by bylo možné znovu rozhodnout o případném povolení těchto modelů pro kapitálové účely.

9. Závěr

Disertační práce se zabývá problematikou využití metody Value at Risk, a to konkrétně způsobem aplikace této metody na stanovování výše kapitálových požadavků k obecnému a specifickému tržnímu riziku u bank, případně jiných finančních institucí, které jsou povinny pravidla kapitálové přiměřenosti dodržovat. Vychází přitom z předpokladu, že modely VaR nejsou schopny v plném rozsahu podchytit tržní riziko podstupované v době mimořádných turbulencí na finančním trhu, a to ani po změnách navržených Basilejským výborem pro bankovní dohled (tj. zavedení stresového VaR a přímého modelování rizika události, migrace a selhání).

V případě, že tento předpoklad je oprávněný, práce si pak jako hlavní cíl klade najít alternativní přístup, který by odhadl přesněji velikost tržního rizika a tím i velikost kapitálu potřebnou k pokrytí ztrát v době mimořádných turbulencí.

Disertační práce vychází z níže uvedené pracovní hypotézy:

„Změny, které ve výpočtu kapitálových požadavků pomocí VaR metody navrhuje Basilejský výbor pro bankovní dohled, povedou zejména k navyšování potřeby kapitálu, aniž by ale existovala dostatečná závislost mezi touto potřebou a reálně podstupovaným tržním rizikem.“

Dle názoru autora se tuto hypotézu podařilo prokázat.

Na základě podkladů uvedených v předchozím textu lze konstatovat, že metoda VaR má v sobě zabudovány předpoklady, díky kterým modely založené na této metodě nejsou schopny plně podchytit postupované tržní riziko. Predikční schopnost těchto modelů snižuje především skutečnost, že nejsou schopny postihnou ztráty, které mohou nastat s vyšší než zvolenou pravděpodobností, a dále také fakt, že plně nezachycují specifické riziko. Velikost rizika vyjádřená v ukazateli VaR tedy může být nižší než skutečně podstupované riziko. Rozdíl většinou nebývá dramatický v době konstantní volatility na finančních trzích, tj. v případě „standardní“ situace na trzích (samozřejmě za předpokladu korektní implementace a dodržování kvalitativních a kvantitativních standardů), nabývá ale na významu v době turbulencí na finančních trzích (reálně dosažená ztráta může i několikanásobně převýšit ztrátu odhadovanou).

Dříve aplikované úpravy a obezřetnostní filtry (desetidenní doba držení, násobení VaR regulačním koeficientem 3 až 4 a přírážka pro specifické riziko) při výpočtu kapitálových

požadavků výše zmíněné nedostatky neodstraňovaly a podstupované riziko nebylo v kapitálovém požadavku plně zahrnuto.

Na základě provedeného rozboru je možné vyvodit závěr, že ani nově navrhovaný přístup Basilejského výboru pro bankovní dohled, tj. zejména zavedení stresového VaR do výpočtu kapitálového požadavku k obecnému tržnímu riziku a přímá kvantifikace rizika události, migrace a selhání neodstraňuje zmíněné nedostatky ve VaR metodě a nebude mít zásadní vliv na přesnost měření podstupovaného tržního rizika.

Připojením stresového VaR totiž výstup přestane být dostatečně citlivý na změny ve výkyvech rizikových faktorů na trhu. Velikost celkového kapitálového požadavku bude totiž standardně z větší části determinována velikostí kapitálového požadavku ke stresovému VaR. A stresový VaR je zcela necitlivý na změnu tržních podmínek, jeho velikost se mění pouze tehdy, pokud se mění velikost či struktura portfolia. Zavedení stresového VaR povede zejména k navyšování potřeby kapitálu, která bude více než dvojnásobná, aniž by ale existovala dostatečně podložená a ověřitelná závislost mezi touto potřebou a reálně podstupovaným rizikem. V případě standardní situace na trhu bude potřeba kapitálu příliš vysoká. Naopak v případě mimořádných tržních výkyvů může být výše kapitálových požadavků nedostatečná, neboť stresový VaR je založen na nikoli nejhorší realizované historické události a nebere do úvahy možný odlišný průběh a dopady těchto nových výkyvů. Přijaté postupy navíc nejsou v souladu s interními postupy a potřebami bank při řízení tržních rizik. Tyto postupy se zároveň dostávají i do rozporu s deklarovanými principy nových pravidel kapitálové přiměřenosti, neboť kapitálové požadavky počítané modely se blíží velikosti požadavků počítaných hrubější, standardizovanou metodou.

V případě nových standardů pro zachycení rizika události, migrace a selhání je zrušení možnosti používat rizikovou přírážku věcně správné. Princip rizikové přírážky tato rizika neměřil a jejich pokrytí kapitálem tak bylo v některých případech nedostatečné. Nicméně její současné nahrazení přímým modelováním podstupovaného rizika události, migrace a selhání již není bezproblémovým a plně akceptovatelným krokem. Tyto modely zatím nejsou prověřeny tržní praxí, není ověřena kvalita jejich výstupů. Neexistuje uznávaný tržní standard, jaké metody jsou pro odhad těchto rizik vhodné, požadavky na ně kladené jsou příliš obecné a umožňují značně diferentní přístup národních regulátorů. Metoda, která není trhem široce akceptována a její vypovídací schopnost není dostatečně empiricky verifikována, by neměla být akceptována jako regulační standard.

Zavedení přímého modelování navíc prokazatelně vede k nárůstu kapitálových požadavků. Vzhledem ke skutečnosti, že v obchodním portfoliu je nutné modelovat rizika

události, migrace a selhání, zatímco v bankovním portfoliu (a také u nástrojů v obchodním portfoliu, které nesou riziko protistrany) je v rámci IRB přístupu modelováno pouze riziko selhání protistrany, může dojít k situaci, kdy kapitálový požadavek ke stejnému nástroji (např. konkrétnímu dluhopisu) bude v obchodní knize vyšší než v knize bankovní. Stejná situace může nastat i v obchodním portfoliu, kdy expozice vůči jedné protistraně ve formě cenného papíru může mít vyšší kapitálový požadavek (jedná se o specifické riziko, takže je třeba zohlednit jak riziko selhání, tak i migrace a události) než expozice vůči stejné protistraně ve formě např. půjčky (počítá se pouze riziko selhání). Takováto situace bude banky motivovat k regulatorní arbitráži, tj. ke snaze přesouvat nástroje z obchodního do bankovního portfolia, nebo preferovat přímý vztah s protistranou před nákupem cenného papíru.

Změny, které přijal Basilejský výbor pro bankovní dohled, zásadním způsobem neodstraňují nedostatky ve VaR metodě a nepovedou tak k zásadnímu zkvalitnění odhadů VaR tak, aby plně zachytily velikost rizika v době významných turbulencí na finančních trzích. Navrhované změny navíc vedou k distorzím v rámci principů a pravidel kapitálové přiměřenosti. Změny by tedy neměly být zaváděny, a to ani v oblasti obecného tržního rizika, ani v oblasti specifického rizika. Kapitálové požadavky z nich vyplývající nebudou dostatečně citlivě reagovat na nárůst podstupovaného rizika v době budoucích finančních krizí. Naopak v době standardních situace na trzích bude podstupované riziko a tím i velikost kapitálových požadavků významně nadhodnocována.

Lze předpokládat, že konečným cílem přijatých změn byla snaha zajistit, aby banka měla k dispozici dostatek kapitálu, který je možné alokovat na pokrytí případných ztrát plynoucích z podstupovaného tržního rizika v období mimořádné stresové situace na finančním trhu. Práce dokazuje, že tohoto cíle ale není možné dosáhnout v rámci VaR přístupu, neboť předpoklady v něm zabudované to neumožňují, a to ani po přijatých změnách.

Kapitál absorbující stresovou situaci je nutné stanovit alternativní metodou odlišnou od přístupu VaR, přičemž pro obecné i specifické tržní riziko se použijí odlišné přístupy

V případě obecného tržního rizika disertační práce jako alternativou k metodě VaR navrhuje upravené stresové testování. Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku by byl rozdělen na dva dílčí vzájemně nezávislé kapitálové požadavky:

- 1) na požadavek pokrývající podstupované tržní riziko za „standardní“ situace na trzích,
- 2) na požadavek pokrývající tržní riziko při stresové situaci na trzích.

První požadavek by chránil banku proti běžným tržním výkyvům a počítal by se původním způsobem na základě VaR z aktuální časové řady změn rizikových faktorů. V druhém případě by se kapitál potřebný k pokrytí tržních ztrát v období mimořádné stresové situace odvozoval samostatně pomocí stresového testování. Kapitálový požadavek však byl tvořen pouze v případě, kdy potenciální ztráta překročí předem stanovenou prahovou hodnotu. Takto pojaté omezení dopadů stresové situace chrání banku proti negativním dopadům mimořádných tržních výkyvů, ale zároveň dramaticky neomezuje činnost banky při obchodování na finančním trhu. Zavedení takového limitu poskytuje finančním institucím větší flexibilitu a větší ochranu při obchodování na finančním trhu než stresový VaR při stejném absolutním objemu kapitálu.

Existují dvě alternativní možnosti standardizace požadavků kladených na stresové testování.

První je vytvoření série standardizovaných, relativně jednoduchých a obecně akceptovatelných scénářů pro jednotlivé vybrané rizikové faktory. Tyto scénáře by banky aplikovaly na svá portfolia. Tato alternativa však má řadu úskalí. Jednoduché stresové scénáře mohou část rizika nepodchytit, jsou značně statické a v zásadě je možné použít je jen pro malé a střední banky.

Druhou, snadněji implementovatelnou alternativou je, že regulatorní orgán stanoví pouze pravidla a postupy. Na základě regulatorně daných pravidel a postupů by banky samy dle struktury svého portfolia generovaly příslušné scénáře.

Použitý scénář pro stresové testování je založený na základě vzájemně provázaných změn hodnot řady rizikových faktorů či umocňovatelů, přičemž velikost změny hodnoty se odvodí pomocí analýzy historických dat. Výběr setu rizikových faktorů a umocňovatelů je ponechán na bance, postup pro stanovení změny hodnoty však stanoví regulátor. Stres test pak simuluje dopad scénáře na snížení tržní hodnoty portfolia banky. Výsledná ztráta je porovnávána s limitem stanoveným jako poměrná část volného vlastního kapitálu. Pokud ztráta překročí limit, musí být dokryta kapitálem, případně musí být snížena otevřená pozice.

V případě specifického tržního rizika je v práci dospěno k závěru, že není vhodné modelový přístup k riziku události, migrace a selhání v současnosti zavádět a naopak je vhodné jeho účinnost minimálně pozastavit.

Navrženým alternativním postupem je pro nástroje se s tímto rizikem v obchodním portfoliu dočasně použít pro stanovení kapitálových požadavků IRB přístup. Tím by bylo dosaženo konzistence a stejného zacházení jako s obdobnými nástroji v bankovním portfoliu, stejně jako s přímými expozicemi se stejnou protistranou v portfoliu obchodním. Technicky

by to pro banky nemělo představovat zátěž, případné problémy s dlouhou splatností nástrojů se specifickým rizikem by se vyřešily nahrazením splatnosti horizontem likvidity. Modely pro riziko události, migrace a selhání byly používány pouze pro interní účely a jejich výstupy by byly monitorovány. Po uplynutí stanoveného období by bylo možné znovu rozhodnout o případném povolení těchto modelů pro kapitálové účely.

Seznam citované literatury:

a) Knihy a články

Alexander Carol: Market risk analysis. Volume III. Pricing, hedging and trading financial instruments, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 386 p., ISBN 978-0-470-99789-5

Alexander Carol: Market risk analysis. Volume IV. Value-at-risk models, Chichester, Wiley & Sons, 2008, 449 p., ISBN 978-0-470-99788-8

Angelopoulos P., P. Mourdoukoutas: Banking risk management in a globalizing economy, Westport (CT), Quorum Books 2001, 171 s., ISBN: 1-56720-340-X

Best Philip: Implementing Value at Risk, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, 208 p., ISBN 0-471-97205-3

Breuer T., M. Jandačka, K. Rheinberger, M. Summer: How to find plausible, severe, and useful stress scenarios”, International Journal of Central Banking, September 2009, pp. 205-224, ISSN: 1815-4654

Campbell S. D.: “A review of backtesting and backtesting procedures”, FEDS Working Paper Series, 2005, 23 p.

Danielsson J.: “The emperor has no clothes: limits to risk modelling”, Journal of Banking and Finance, 2002, vol. 26, pp 1273-1296, ISSN 0378-4266

Danielsson J. and J Zigrand: “On time-scaling of risk and the square-root-of-time rule”, Journal of Banking and Finance, vol 30, 2006, pp 2701–2713., ISSN: 0378-4266

Dowd Kevin: Beyond Value at Risk: the new science of risk management, Chichester, John Wiley & Sons, 1998, 274 p., ISBN 0-471-97622-9

Greuning H. van, S. B. Bratanovic: Analyzing and managing banking risk: a framework for assessing corporate governance and financial risk management, 2nd ed., Washington (DC), IBRD/The World Bank, 2003, 367 p, ISBN: 0-8213-5418-3

Goldman Sachs, Swiss Bank Corporation: The Practice of Risk Management, London, Euromoney Publication PLC, 1998, p. 265, ISBN 1-85564-627-7

Haldane Andrew G.: Why banks failed the stress test, Bank of England, 2009, 29. p., [online][25.7.2012]. Dostupné z: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2009/speech374.pdf>

Hull John C.: Risk management and financial institutions, Upper Saddle River, Pearson Education, 2007, 500 p, ISBN 0-13-613427-0

Hull John C.: Options, futures, and other derivatives, 7th ed., Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, 2009, 822 p., ISBN 978-0-13-601586-4

Knight, Frank H.: Risk, uncertainty and profit, New York, Cosimo, 2005, 381 p., ISBN 1-59605-242-2

Jorion Phillipe: Value at risk: the new benchmark for controlling market risk, 1997, Chicago, Irwin, 332 p, ISBN 0-7863-0848-6

McNeil Alexander J., Rüdiger Frey, Paul Embrechts: Quantitative risk management: concepts, techniques and tools, Princeton, Princeton University Press, 2005, 538 p., ISBN 0-691-12255-5

Middleton Peter (editor).: Generally Accepted Risk Principles, Coopers and Lybrand, 1996, 227 p., ISBN 0-86349-190-1

Rachev Svetlozar T., Stoyan V. Stoyanov, Frank J. Fabozzi: Advanced stochastic models, risk assessment, and portfolio optimization: the ideal risk, uncertainty, and performance measures, Hoboken, Wiley & Sons, 2008, 382 p., ISBN 978-0-470-05316-4

Rösch Daniel, Harald Scheule: Stress Testing for Financial Institutions: Applications, Regulations and Techniques, London, Risk Books, 2008, 457 p., ISBN 1-906348-11-1

Schonbucher Phillip: Credit derivatives pricing models, Chichester, John Wiley & Sons, 2003, 369 p., ISBN: 0-470-84291-1

Steiner B.: Foreign exchange and money markets: theory, practice and risk management, Oxford, Butterworth-Heinemann, 2002, 330 p., ISBN: 0-7506-5025-7

Sůvová H., Kozelková E., Zeman D. and Bauerová J: Eligibility of External Credit Assessment Institutions, CNB, Prague, Research and policy notes, 3/2005, 62 p., ISSN 1803-7089

Zeman D.: Informational Assymetry in the Risk Management Process, příspěvek ve sborníku "20th International Conference on Systems Research, Informatic and Cybernetic", str. 83-91 Zagreb, 2008, ISBN 978-9537210-08-3

Zeman D.: Kapitálová přiměřenost, příspěvek ve sborníku "10th Annual Doctoral Conference of the Faculty of Finance and Accounting, University of Economics", str. 149-163 Praha 2009, ISBN 978-80-245-1522-9

b) Právní předpisy a regulatorní doporučení:

Basel Committee on Banking Supervision: An internal model-based approach to market risk capital requirements, Basel, Bank for International Settlements, 1995, 21 p.

Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Basel, Bank for International Settlements, 2004, 251 p., ISBN 92 - 9131-669-5

Basel Committee on Banking Supervision: Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk, Basel, Bank for International Settlements, Basel 2004, 44 p., ISBN 92-9131-670-9

Basel Committee on Banking Supervision: Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, Basel, Bank for International Settlements, 2005, 63 p., ISBN 92-9131-695-4

Basel Committee on Banking Supervision: Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 71 p., ISBN 92-9131-744-6

Basel Committee on Banking Supervision: Revisions to the Basel II market risk framework, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 35 p., ISBN 92-9131-774-8

Basel Committee on Banking Supervision: Analysis of the trading book quantitative impact study, Basel, Bank for International Settlements, 2009, 16 p., ISBN 92-9131-805-1

Basel Committee on Banking Supervision: Messages from the academic literature on risk measurement for the trading book, Working Paper no. 19, Bank for International Settlements Basel 2011, 59 p., ISSN 1561-8854

Basel Committee on Banking Supervision: Fundamental review of the trading book (consultative document), Basel, Bank for International Settlements, 2012, 99 p., ISBN 92-9131-129-4

Committee on the Global Financial System: Stress testing at major financial institutions: survey results and practice, Basel, Bank for International Settlements, 2005, 42 p., ISBN 92-9131-675-X

European Parliament and of the Council: Directive 2006/48/EC relating to the taking up and pursuit of the business of credit institution, Official Journal of the European Union, 2006

European Parliament and of the Council: Directive 2006/49/EC on the capital adequacy of investment firms and credit institution, Official Journal of the European Union, 2006

Úřední sdělení ČNB ze dne 18. 8. 2007 k pravidlům obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry: Žádost o předchozí souhlas s používáním speciálního přístupu, Věstník ČNB částka 19/2007 ze dne 6. srpna 2007

Vyhláška č. 123/2007 Sb. o pravidlech obezřetného podnikání bank, spořitelních a úvěrních družstev a obchodníků s cennými papíry, v platném znění

c) Veřejně publikované manuály a nepublikované interní dokumenty:

Morgan Guaranty Trust Company: RiskMetrics Technical Document, 4th edn., New York, 1996, 275 p.

RiskMetrics Group: „Risk Management: A practical Guide“, 1st ed. 1999, 156 p.

Zeman D., Schutz T., Špaček E.: Model VaR pro portfolio devizových rezerv, interní materiál České národní banky, Praha, 2003, 46 s.

Zeman D., Schutz T., Špaček E.: VaR model pro portfolio opcí na akcie založený na Monte Carlo simulaci, interní materiál České národní banky, Praha, 2004, 38 s.

„Interní model pro výpočet kapitálového požadavku k obchodní knize“, interní materiál testované banky, Praha 2008, 55 s.

Seznam ostatní literatury:

Dowd Kewin: An introduction to market risk measurement, Chichester, Wiley & Sons, 2002, 284 p., ISBN 0-470-84748-4

Embrechts Paul, Claudia Klüppelberg, Thomas Mikosch: Modelling extremal events for insurance and finance, 4th ed, Berlin, Springer, 2003, 648 p., ISBN 3-540-60931-8

Christoffersen P., F Diebold and T Schuermann: “Horizont problems and extreme events in financial risk management”, FRBNY Economic Policy Review, October 1998, pp. 109–118.

Rebonato R., K. McKay and R. White: The SABR/LIBOR market model: pricing, calibration and hedging for complex interest-rate derivatives, 1st ed., Chichester, Wiley & Sons, 2009, 284 p., ISBN 978-0-470-74005-7

Strnad Petr: Riziko tržní likvidity a jeho zohlednění v ukazateli Value at Risk, Acta Oeconomica Pragensia 2/2009, ISSN 0572-3043

Evropský parlament a rada: Směrnice Komise 2009/27/ES ze dne 7. dubna 2009, kterou se mění některé přílohy směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/49/ES, pokud jde o technická ustanovení o řízení rizik, 2009

Evropský parlament a rada: Směrnice Komise 2009/83/ES ze dne 27. července 2009, kterou se mění některé přílohy směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/48/ES, pokud jde o technická ustanovení o řízení rizik, 2009

European Parliament and of the Council: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directives 2006/48/EC and 2006/49/EC as regards capital requirements for the trading book and for re-securitisations, and the supervisory review of remuneration policies, 2009

Příloha A

Výpočet kapitálového požadavku na základě aktuální a stresové časové řady

Pro výpočet kapitálového požadavku jak na základě aktuální, tak i stresové časové řady je důležitý poslední sloupec tabulek č. 16 a 17 z hlavního textu, tj. celkový standardní (aktuální) VaR a celkový stresový VaR. Pro snadnější manipulaci a větší přehlednost je porovnání těchto hodnot provedeno v níže uvedené samostatné tabulce č. 1 „Porovnání celkového VaR na základě aktuální a stresové časové řady“.

V prvním sloupci tabulky je datum provedení výpočtu. Druhý sloupec pak obsahuje velikost vypočteného celkového „standardního“ VaR. Ve sloupci třetím je pak zadána hodnota celkového stresového VaR. Následně je od stresového VaR odečten standardní VaR. Vzniklý rozdíl je obsahem čtvrtého sloupce (Rozdíl sVaR-aVaR). Konečně v posledním, pátém sloupci (% rozdíl, aVaR základ), je spočteno, o kolik procent je stresový VaR vyšší než standardní VaR (příčemž standardní VaR je chápán jako základ).

Tab. č.1: Porovnání celkového VaR na základě aktuální a stresové časové řady
(údaje v tis. CZK)

Datum	Celkový standardní (aktuální) VaR	Celkový stresový VaR	Rozdíl sVaR- aVaR	% rozdíl aVaR základ
7.2.2011	18 435,82	21 125,15	2 689,33	14,59%
8.2.2011	17 804,04	20 189,38	2 385,34	13,40 %
9.2.2011	17 420,26	18 931,72	1 511,46	8,68 %
10.2.2011	16 861,73	23 471,73	6 609,99	39,20 %
11.2.2011	16 617,10	25 717,01	9 099,91	54,76 %
14.2.2011	16 197,59	27 826,87	11 629,28	71,80 %
15.2.2011	16 066,07	27 612,21	11 546,14	71,87 %
16.2.2011	15 164,33	23 788,29	8 623,96	56,87 %
17.2.2011	14 767,12	24 266,49	9 499,37	64,33 %
18.2.2011	14 399,82	22 701,53	8 301,70	57,65 %
21.2.2011	14 385,88	27 054,63	12 668,76	88,06 %
22.2.2011	13 712,47	26 547,45	12 834,98	93,60 %
23.2.2011	13 676,25	26 481,85	12 805,60	93,63 %
24.2.2011	13 852,55	27 048,41	13 195,86	95,26 %
25.2.2011	20 135,91	29 324,37	9 188,45	45,63 %
28.2.2011	19 553,73	28 096,64	8 542,91	43,69 %
1.3.2011	23 348,86	28 221,75	4 872,90	20,87 %
2.3.2011	23 548,00	27 686,62	4 138,61	17,58 %
3.3.2011	23 725,55	27 525,05	3 799,50	16,01 %
4.3.2011	23 409,35	28 309,79	4 900,44	20,93 %
7.3.2011	23 308,10	27 545,55	4 237,46	18,18 %
8.3.2011	24 074,41	26 846,12	2 771,71	11,51 %
9.3.2011	23 383,91	27 837,58	4 453,66	19,05 %
10.3.2011	21 608,49	28 768,68	7 160,20	33,14 %

11.3.2011	22 861,23	29 384,99	6 523,76	28,54 %
14.3.2011	23 412,81	29 084,12	5 671,31	24,22 %
15.3.2011	23 482,98	28 205,27	4 722,30	20,11 %
16.3.2011	23 561,00	27 304,18	3 743,18	15,89 %
17.3.2011	23 635,99	28 349,59	4 713,60	19,94 %
18.3.2011	20 518,82	28 830,00	8 311,18	40,51 %
21.3.2011	19 604,13	27 734,25	8 130,12	41,47 %
22.3.2011	20 535,75	28 719,76	8 184,01	39,85 %
23.3.2011	19 628,32	27 882,16	8 253,84	42,05 %
24.3.2011	20 469,58	27 772,37	7 302,79	35,68 %
25.3.2011	20 142,47	28 607,51	8 465,04	42,03 %
28.3.2011	19 668,59	28 100,37	8 431,78	42,87 %
29.3.2011	20 623,01	28 027,74	7 404,73	35,91 %
30.3.2011	20 058,13	27 973,04	7 914,91	39,46 %
31.3.2011	20 531,99	27 463,52	6 931,53	33,76 %
1.4.2011	20 171,99	27 655,29	7 483,30	37,10 %
4.4.2011	20 277,75	27 960,87	7 683,12	37,89 %
5.4.2011	20 242,95	27 831,11	7 588,17	37,49 %
6.4.2011	19 749,50	26 893,37	7 143,87	36,17 %
7.4.2011	19 441,62	26 820,57	7 378,95	37,95 %
8.4.2011	20 461,12	29 415,46	8 954,34	43,76 %
11.4.2011	19 467,41	26 006,68	6 539,27	33,59 %
12.4.2011	19 814,10	25 754,04	5 939,95	29,98 %
13.4.2011	18 819,42	25 412,36	6 592,94	35,03 %
14.4.2011	23 955,83	28 963,90	5 008,07	20,91 %
15.4.2011	24 227,03	28 653,79	4 426,77	18,27 %
18.4.2011	22 057,34	27 709,65	5 652,32	25,63 %
19.4.2011	22 067,32	27 966,87	5 899,55	26,73 %
20.4.2011	23 346,48	28 628,78	5 282,30	22,63 %
21.4.2011	22 603,23	28 318,65	5 715,42	25,29 %
22.4.2011	22 476,53	28 318,65	5 842,12	25,99 %
25.4.2011	21 797,50	28 493,63	6 696,14	30,72 %
26.4.2011	20 677,52	28 378,20	7 700,68	37,24 %
27.4.2011	21 446,57	28 518,30	7 071,74	32,97 %
28.4.2011	19 268,08	27 933,10	8 665,02	44,97 %
29.4.2011	19 135,14	29 079,02	9 943,88	51,97 %
2.5.2011	19 419,16	28 576,66	9 157,50	47,16 %
3.5.2011	24 585,09	28 931,11	4 346,02	17,68 %
4.5.2011	24 716,94	28 073,18	3 356,23	13,58 %
5.5.2011	24 380,02	27 407,55	3 027,53	12,42 %
6.5.2011	24 206,14	27 047,26	2 841,11	11,74 %
9.5.2011	24 625,49	27 827,31	3 201,82	13,00 %
10.5.2011	24 274,49	27 518,44	3 243,95	13,36 %
11.5.2011	23 003,34	26 840,12	3 836,78	16,68 %
12.5.2011	22 663,92	26 884,88	4 220,96	18,62 %
13.5.2011	22 311,90	26 417,31	4 105,41	18,40 %
16.5.2011	21 743,01	26 562,12	4 819,11	22,16 %
17.5.2011	21 735,36	26 274,88	4 539,53	20,89 %
18.5.2011	21 855,03	26 377,21	4 522,18	20,69 %
19.5.2011	21 906,62	26 695,38	4 788,76	21,86 %
20.5.2011	21 646,58	26 202,12	4 555,54	21,05 %

23.5.2011	20 932,27	26 202,12	5 269,84	25,18 %
24.5.2011	20 857,18	25 233,69	4 376,51	20,98 %
25.5.2011	20 887,30	24 341,66	3 454,36	16,54 %
26.5.2011	20 910,67	25 530,31	4 619,64	22,09 %
27.5.2011	20 830,75	25 770,05	4 939,29	23,71 %
30.5.2011	20 911,93	24 286,99	3 375,06	16,14 %
31.5.2011	21 165,50	24 354,75	3 189,25	15,07 %
1.6.2011	20 723,16	25 081,11	4 357,95	21,03 %
2.6.2011	18 576,72	24 560,31	5 983,59	32,21 %

Zdroj: vlastní zpracování dle výstupů z interního VaR modelu banky, 2011

Jak je z tabulky zřejmé, stresový VaR byl po celé sledované období vyšší než VaR vypočítaný z aktuální časové řady. Potvrdil se tak předpoklad, že až na výjimky stresový VaR bude stejný nebo vyšší než „standardní“ VaR. Převýšení se pohybovalo ve výrazně variabilním rozmezí – od 8,68 % do 95,26 %, s tím, že v cca polovině sledovaných dnů byl stresový VaR vyšší o více než 30 %.

Dopad, který tato skutečnost bude mít na velikost kapitálového požadavku, bude prokázán v následujících tabulkách.

Nejprve se vypočte kapitálový požadavek dle původního přístupu, pouze na bázi aktuální časové řady. Výsledek je dokumentován v tabulce č. 2 „Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě aktuální časové řady“.

Celkový aktuální VaR (sloupec 2) je převeden na regulatorně požadovaný 10 denní VaR (sloupec č. 3). Toto převedení je provedeno pomocí pravidla druhé odmocniny, které banka se souhlasem ČNB používá. Neznaменá to nic jiného, než že aktuální denní VaR je vynásoben druhou odmocninou z 10.

Následně je spočítán průměrný VaR za posledních 60 dní (sloupec 6). Jinými slovy k aktuální hodnotě VaR pro daný den se přičte 59 předchozích VaR hodnot (sloupec 4) a součet se vydělí 60. Pokud v časové řadě již není k dispozici 59 předchozích VaR hodnot, sečtou se pouze zbývající hodnoty a vydělí se počtem sečtených hodnot (sloupec 5). Průměrný VaR je pak vynásoben koeficientem zohledňujícím výsledky zpětného testování (vzhledem ke skutečnosti, že ve sledovaném období k žádnému překročení nedošlo, koeficient bude mít hodnotu 3) a výsledkem je kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku (sloupec 7).

**Tab. č.2: Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě aktuální časové řady
(údaje v tis. CZK)**

Datum	Celkový aktuální VaR	Aktuální VaR 10denní	Součet VaR (60)		VaR průměr	Kapitálový požadavek
7.2.2011	18 435,82	58 257,2	58 257,2	1	58 257,2	174 771,6
8.2.2011	17 804,04	56 260,8	114 518,0	2	57 259,0	171 776,9
9.2.2011	17 420,26	55 048,0	169 566,0	3	56 522,0	169 566,0
10.2.2011	16 861,73	53 283,1	222 849,1	4	55 712,3	167 136,8
11.2.2011	16 617,10	52 510,0	275 359,1	5	55 071,8	165 215,5
14.2.2011	16 197,59	51 184,4	326 543,5	6	54 423,9	163 271,7
15.2.2011	16 066,07	50 768,8	377 312,2	7	53 901,7	161 705,2
16.2.2011	15 164,33	47 919,3	425 231,5	8	53 153,9	159 461,8
17.2.2011	14 767,12	46 664,1	471 895,6	9	52 432,8	157 298,5
18.2.2011	14 399,82	45 503,4	517 399,1	10	51 739,9	155 219,7
21.2.2011	14 385,88	45 459,4	562 858,4	11	51 168,9	153 506,8
22.2.2011	13 712,47	43 331,4	606 189,8	12	50 515,8	151 547,5
23.2.2011	13 676,25	43 217,0	649 406,8	13	49 954,4	149 863,1
24.2.2011	13 852,55	43 774,1	693 180,9	14	49 512,9	148 538,8
25.2.2011	20 135,91	63 629,5	756 810,3	15	50 454,0	151 362,1
28.2.2011	19 553,73	61 789,8	818 600,1	16	51 162,5	153 487,5
1.3.2011	23 348,86	73 782,4	892 382,5	17	52 493,1	157 479,3
2.3.2011	23 548,00	74 411,7	966 794,2	18	53 710,8	161 132,4
3.3.2011	23 725,55	74 972,7	1 041 766,9	19	54 829,8	164 489,5
4.3.2011	23 409,35	73 973,5	1 115 740,5	20	55 787,0	167 361,1
7.3.2011	23 308,10	73 653,6	1 189 394,1	21	56 637,8	169 913,4
8.3.2011	24 074,41	76 075,1	1 265 469,2	22	57 521,3	172 564,0
9.3.2011	23 383,91	73 893,2	1 339 362,4	23	58 233,1	174 699,4
10.3.2011	21 608,49	68 282,8	1 407 645,2	24	58 651,9	175 955,6
11.3.2011	22 861,23	72 241,5	1 479 886,7	25	59 195,5	177 586,4
14.3.2011	23 412,81	73 984,5	1 553 871,2	26	59 764,3	179 292,8
15.3.2011	23 482,98	74 206,2	1 628 077,4	27	60 299,2	180 897,5
16.3.2011	23 561,00	74 452,8	1 702 530,1	28	60 804,6	182 413,9
17.3.2011	23 635,99	74 689,7	1 777 219,9	29	61 283,4	183 850,3
18.3.2011	20 518,82	64 839,5	1 842 059,3	30	61 402,0	184 205,9
21.3.2011	19 604,13	61 949,0	1 904 008,4	31	61 419,6	184 258,9
22.3.2011	20 535,75	64 893,0	1 968 901,3	32	61 528,2	184 584,5
23.3.2011	19 628,32	62 025,5	2 030 926,8	33	61 543,2	184 629,7
24.3.2011	20 469,58	64 683,9	2 095 610,7	34	61 635,6	184 906,8
25.3.2011	20 142,47	63 650,2	2 159 260,9	35	61 693,2	185 079,5
28.3.2011	19 668,59	62 152,7	2 221 413,7	36	61 705,9	185 117,8
29.3.2011	20 623,01	65 168,7	2 286 582,4	37	61 799,5	185 398,6
30.3.2011	20 058,13	63 383,7	2 349 966,0	38	61 841,2	185 523,6
31.3.2011	20 531,99	64 881,1	2 414 847,1	39	61 919,2	185 757,5
1.4.2011	20 171,99	63 743,5	2 478 590,6	40	61 964,8	185 894,3
4.4.2011	20 277,75	64 077,7	2 542 668,3	41	62 016,3	186 048,9
5.4.2011	20 242,95	63 967,7	2 606 636,0	42	62 062,8	186 188,3
6.4.2011	19 749,50	62 408,4	2 669 044,4	43	62 070,8	186 212,4
7.4.2011	19 441,62	61 435,5	2 730 479,9	44	62 056,4	186 169,1
8.4.2011	20 461,12	64 657,1	2 795 137,1	45	62 114,2	186 342,5

11.4.2011	19 467,41	61 517,0	2 856 654,1	46	62 101,2	186 303,5
12.4.2011	19 814,10	62 612,6	2 919 266,6	47	62 112,1	186 336,2
13.4.2011	18 819,42	59 469,4	2 978 736,0	48	62 057,0	186 171,0
14.4.2011	23 955,83	75 700,4	3 054 436,4	49	62 335,4	187 006,3
15.4.2011	24 227,03	76 557,4	3 130 993,8	50	62 619,9	187 859,6
18.4.2011	22 057,34	69 701,2	3 200 695,0	51	62 758,7	188 276,2
19.4.2011	22 067,32	69 732,7	3 270 427,8	52	62 892,8	188 678,5
20.4.2011	23 346,48	73 774,9	3 344 202,6	53	63 098,2	189 294,5
21.4.2011	22 603,23	71 426,2	3 415 628,8	54	63 252,4	189 757,2
22.4.2011	22 476,53	71 025,8	3 486 654,7	55	63 393,7	190 181,2
25.4.2011	21 797,50	68 880,1	3 555 534,8	56	63 491,7	190 475,1
26.4.2011	20 677,52	65 341,0	3 620 875,7	57	63 524,1	190 572,4
27.4.2011	21 446,57	67 771,2	3 688 646,9	58	63 597,4	190 792,1
28.4.2011	19 268,08	60 887,1	3 749 534,0	59	63 551,4	190 654,3
29.4.2011	19 135,14	60 467,0	3 810 001,1	60	63 500,0	190 500,1
2.5.2011	19 419,16	61 364,5	3 813 108,4	60	63 551,8	190 655,4
3.5.2011	24 585,09	77 688,9	3 834 536,5	60	63 908,9	191 726,8
4.5.2011	24 716,94	78 105,5	3 857 594,0	60	64 293,2	192 879,7
5.5.2011	24 380,02	77 040,9	3 881 351,8	60	64 689,2	194 067,6
6.5.2011	24 206,14	76 491,4	3 905 333,2	60	65 088,9	195 266,7
9.5.2011	24 625,49	77 816,5	3 931 965,4	60	65 532,8	196 598,3
10.5.2011	24 274,49	76 707,4	3 957 904,0	60	65 965,1	197 895,2
11.5.2011	23 003,34	72 690,5	3 982 675,2	60	66 377,9	199 133,8
12.5.2011	22 663,92	71 618,0	4 007 629,1	60	66 793,8	200 381,5
13.5.2011	22 311,90	70 505,6	4 032 631,3	60	67 210,5	201 631,6
16.5.2011	21 743,01	68 707,9	4 055 879,8	60	67 598,0	202 794,0
17.5.2011	21 735,36	68 683,7	4 081 232,1	60	68 020,5	204 061,6
18.5.2011	21 855,03	69 061,9	4 107 077,1	60	68 451,3	205 353,9
19.5.2011	21 906,62	69 224,9	4 132 527,9	60	68 875,5	206 626,4
20.5.2011	21 646,58	68 403,2	4 137 301,6	60	68 955,0	206 865,1
23.5.2011	20 932,27	66 146,0	4 141 657,8	60	69 027,6	207 082,9
24.5.2011	20 857,18	65 908,7	4 133 784,1	60	68 896,4	206 689,2
25.5.2011	20 887,30	66 003,9	4 125 376,3	60	68 756,3	206 268,8
26.5.2011	20 910,67	66 077,7	4 116 481,3	60	68 608,0	205 824,1
27.5.2011	20 830,75	65 825,2	4 108 332,9	60	68 472,2	205 416,6
30.5.2011	20 911,93	66 081,7	4 100 761,1	60	68 346,0	205 038,1
31.5.2011	21 165,50	66 883,0	4 091 568,9	60	68 192,8	204 578,4
1.6.2011	20 723,16	65 485,2	4 083 160,9	60	68 052,7	204 158,0
2.6.2011	18 576,72	58 702,4	4 073 580,5	60	67 893,0	203 679,0

Zdroj: vlastní zpracování dle výstupů z interního VaR modelu banky, 2011

Následně bude proveden výpočet kapitálového požadavku na bázi vybrané stresové časové řady. Postup výpočtu a tím i jednotlivé sloupce jsou stejné jako v předchozím případě, tj. nejprve se denní stresový VaR převede na 10 denní vynásobením druhou odmocninou z 10. Následně se vypočítá průměrný 60 denní VaR a ten se vynásobí koeficientem zohledňujícím výsledky zpětného testování, jehož velikost je stejně jako v předchozím případě 3. Výsledkem je pak kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě stresové časové řady.

**Tab. č.3: Kapitálový požadavek k obecnému tržnímu riziku na základě stresové časové řady
(údaje v tis. CZK)**

Datum	Celkový stresový VaR	Stresový VaR 10denní	Součet VaR (60)		VaR průměr	Kapitálový požadavek
7.2.2011	21 125,15	66 755,5	66 755,5	1	66 755,5	200 266,4
8.2.2011	20 189,38	63 798,4	130 553,9	2	65 276,9	195 830,8
9.2.2011	18 931,72	59 824,2	190 378,1	3	63 459,4	190 378,1
10.2.2011	23 471,73	74 170,7	264 548,8	4	66 137,2	198 411,6
11.2.2011	25 717,01	81 265,7	345 814,5	5	69 162,9	207 488,7
14.2.2011	27 826,87	87 932,9	433 747,4	6	72 291,2	216 873,7
15.2.2011	27 612,21	87 254,6	521 002,0	7	74 428,9	223 286,6
16.2.2011	23 788,29	75 171,0	596 173,0	8	74 521,6	223 564,9
17.2.2011	24 266,49	76 682,1	672 855,1	9	74 761,7	224 285,0
18.2.2011	22 701,53	71 736,8	744 591,9	10	74 459,2	223 377,6
21.2.2011	27 054,63	85 492,6	830 084,6	11	75 462,2	226 386,7
22.2.2011	26 547,45	83 889,9	913 974,5	12	76 164,5	228 493,6
23.2.2011	26 481,85	83 682,6	997 657,2	13	76 742,9	230 228,6
24.2.2011	27 048,41	85 473,0	1 083 130,1	14	77 366,4	232 099,3
25.2.2011	29 324,37	92 665,0	1 175 795,1	15	78 386,3	235 159,0
28.2.2011	28 096,64	88 785,4	1 264 580,5	16	79 036,3	237 108,8
1.3.2011	28 221,75	89 180,7	1 353 761,2	17	79 633,0	238 899,0
2.3.2011	27 686,62	87 489,7	1 441 250,9	18	80 069,5	240 208,5
3.3.2011	27 525,05	86 979,2	1 528 230,1	19	80 433,2	241 299,5
4.3.2011	28 309,79	89 458,9	1 617 689,0	20	80 884,5	242 653,4
7.3.2011	27 545,55	87 044,0	1 704 733,0	21	81 177,8	243 533,3
8.3.2011	26 846,12	84 833,7	1 789 566,7	22	81 343,9	244 031,8
9.3.2011	27 837,58	87 966,7	1 877 533,5	23	81 631,9	244 895,7
10.3.2011	28 768,68	90 909,0	1 968 442,5	24	82 018,4	246 055,3
11.3.2011	29 384,99	92 856,6	2 061 299,1	25	82 452,0	247 355,9
14.3.2011	29 084,12	91 905,8	2 153 204,9	26	82 815,6	248 446,7
15.3.2011	28 205,27	89 128,7	2 242 333,6	27	83 049,4	249 148,2
16.3.2011	27 304,18	86 281,2	2 328 614,8	28	83 164,8	249 494,4
17.3.2011	28 349,59	89 584,7	2 418 199,5	29	83 386,2	250 158,6
18.3.2011	28 830,00	91 102,8	2 509 302,3	30	83 643,4	250 930,2
21.3.2011	27 734,25	87 640,2	2 596 942,5	31	83 772,3	251 317,0
22.3.2011	28 719,76	90 754,5	2 687 696,9	32	83 990,5	251 971,6
23.3.2011	27 882,16	88 107,6	2 775 804,6	33	84 115,3	252 345,9
24.3.2011	27 772,37	87 760,7	2 863 565,3	34	84 222,5	252 667,5
25.3.2011	28 607,51	90 399,7	2 953 965,0	35	84 399,0	253 197,0
28.3.2011	28 100,37	88 797,2	3 042 762,2	36	84 521,2	253 563,5
29.3.2011	28 027,74	88 567,7	3 131 329,8	37	84 630,5	253 891,6
30.3.2011	27 973,04	88 394,8	3 219 724,6	38	84 729,6	254 188,8
31.3.2011	27 463,52	86 784,7	3 306 509,3	39	84 782,3	254 346,9
1.4.2011	27 655,29	87 390,7	3 393 900,0	40	84 847,5	254 542,5
4.4.2011	27 960,87	88 356,3	3 482 256,4	41	84 933,1	254 799,2
5.4.2011	27 831,11	87 946,3	3 570 202,7	42	85 004,8	255 014,5
6.4.2011	26 893,37	84 983,0	3 655 185,7	43	85 004,3	255 013,0
7.4.2011	26 820,57	84 753,0	3 739 938,7	44	84 998,6	254 995,8
8.4.2011	29 415,46	92 952,8	3 832 891,6	45	85 175,4	255 526,1

11.4.2011	26 006,68	82 181,1	3 915 072,7	46	85 110,3	255 330,8
12.4.2011	25 754,04	81 382,8	3 996 455,4	47	85 031,0	255 092,9
13.4.2011	25 412,36	80 303,1	4 076 758,5	48	84 932,5	254 797,4
14.4.2011	28 963,90	91 525,9	4 168 284,4	49	85 067,0	255 201,1
15.4.2011	28 653,79	90 546,0	4 258 830,4	50	85 176,6	255 529,8
18.4.2011	27 709,65	87 562,5	4 346 392,9	51	85 223,4	255 670,2
19.4.2011	27 966,87	88 375,3	4 434 768,2	52	85 284,0	255 852,0
20.4.2011	28 628,78	90 466,9	4 525 235,1	53	85 381,8	256 145,4
21.4.2011	28 318,65	89 486,9	4 614 722,1	54	85 457,8	256 373,4
22.4.2011	28 318,65	89 486,9	4 704 209,0	55	85 531,1	256 593,2
25.4.2011	28 493,63	90 039,9	4 794 248,9	56	85 611,6	256 834,8
26.4.2011	28 378,20	89 675,1	4 883 924,0	57	85 682,9	257 048,6
27.4.2011	28 518,30	90 117,8	4 974 041,9	58	85 759,3	257 278,0
28.4.2011	27 933,10	88 268,6	5 062 310,5	59	85 801,9	257 405,6
29.4.2011	29 079,02	91 889,7	5 154 200,2	60	85 903,3	257 710,0
2.5.2011	28 576,66	90 302,2	5 177 746,9	60	86 295,8	258 887,3
3.5.2011	28 931,11	91 422,3	5 205 370,8	60	86 756,2	260 268,5
4.5.2011	28 073,18	88 711,2	5 234 257,8	60	87 237,6	261 712,9
5.5.2011	27 407,55	86 607,9	5 246 695,0	60	87 444,9	262 334,8
6.5.2011	27 047,26	85 469,3	5 250 898,6	60	87 515,0	262 544,9
9.5.2011	27 827,31	87 934,3	5 250 900,0	60	87 515,0	262 545,0
10.5.2011	27 518,44	86 958,3	5 250 603,7	60	87 510,1	262 530,2
11.5.2011	26 840,12	84 814,8	5 260 247,5	60	87 670,8	263 012,4
12.5.2011	26 884,88	84 956,2	5 268 521,6	60	87 808,7	263 426,1
13.5.2011	26 417,31	83 478,7	5 280 263,5	60	88 004,4	264 013,2
16.5.2011	26 562,12	83 936,3	5 278 707,1	60	87 978,5	263 935,4
17.5.2011	26 274,88	83 028,6	5 277 845,8	60	87 964,1	263 892,3
18.5.2011	26 377,21	83 352,0	5 277 515,1	60	87 958,6	263 875,8
19.5.2011	26 695,38	84 357,4	5 276 399,6	60	87 940,0	263 820,0
20.5.2011	26 202,12	82 798,7	5 266 533,3	60	87 775,6	263 326,7
23.5.2011	26 202,12	82 798,7	5 260 546,6	60	87 675,8	263 027,3
24.5.2011	25 233,69	79 738,5	5 251 104,3	60	87 518,4	262 555,2
25.5.2011	24 341,66	76 919,6	5 240 534,2	60	87 342,2	262 026,7
26.5.2011	25 530,31	80 675,8	5 234 230,9	60	87 237,2	261 711,5
27.5.2011	25 770,05	81 433,3	5 226 205,3	60	87 103,4	261 310,3
30.5.2011	24 286,99	76 746,9	5 215 908,2	60	86 931,8	260 795,4
31.5.2011	24 354,75	76 961,0	5 208 035,5	60	86 800,6	260 401,8
1.6.2011	25 081,11	79 256,3	5 199 325,0	60	86 655,4	259 966,3
2.6.2011	24 560,31	77 610,6	5 186 026,6	60	86 433,8	259 301,3

Zdroj: vlastní zpracování Odle výstupů z interního VaR modelu banky, 2011

Co je IRB přístup

D. Zeman

Východiska pro zavedení IRB přístupu

Nový koncept kapitálové přiměřenosti, tzv. Basel II, stanovuje dvě možnosti, jak spočítat kapitálový požadavek ke kreditnímu riziku – standardisovaný přístup nebo IRB přístup.

Standardisovaný přístup je pojímán jako přístup základní, pro jeho užití není třeba souhlasu regulátora. Kapitálový požadavek (respektive rizikově vážená aktiva) se v tomto přístupu stanovuje tak, že velikost úvěrové expozice vůči protistraně se vynásobí rizikovou vahou této protistrany. Riziková váha je jednoznačně dána a odvozuje se od výše externího ratingu přiřazeného této protistraně uznanou ratingovou agenturou.

Oproti tomu přístup IRB (internal rating-based approach) je pojímán jako přístup pokročilý, který je možné používat pouze za předpokladu, že jsou splněny stanovené kvantitativní a kvalitativní požadavky. IRB přístup není možné používat bez souhlasu regulátora. Před udělením souhlasu regulátor tyto kvantitativní a kvalitativní požadavky ověřuje a banka musí jejich splnění doložit.

Zásadní rozdíl oproti standardisovanému přístupu spočívá v tom, že banka může pro stanovení rizikových vah namísto externího ratingu použít vlastní vnitřní ratingový systém.

Důvodem zavedení IRB přístupu byla právě snaha umožnit bankám využívat vnitřní informace o rizikovitosti protistran nejen pro interní řízení kreditních rizik, ale i pro regulační účely a přiblížit tím regulační kapitálové požadavky ekonomické realitě, tak jak je tomu i v tržním či operačním riziku.

Je však třeba mít na paměti, že v kreditním riziku tato snaha zůstala na půli cesty. U tržního (a i u operačního) rizika je totiž možné, aby si banka vytvořila či koupila model, který spočítá maximální možnou ztrátu s určenou spolehlivostí. Pokud jsou splněny stanovené kvantitativní a kvalitativní požadavky, tato maximální možná ztráta je pak považována za kapitálový požadavek.

To v případě kreditního rizika neplatí a vlastní či zakoupené modely není možné pro stanovování kapitálových požadavků používat. Důvodem je zejména skutečnost, že v praxi se pro měření kreditního rizika používá celá řada přístupů (např. RiskMetrics, KMV, atd.), které jsou založeny na značně odlišných předpokladech a matematických principech, přičemž

zatím žádný z nich není obecně preferován jako „správný“. Vzhledem k tomu, že v případě kreditního rizika má zpětné testování výstupů z těchto modelů nízkou vypovídací hodnotu a naopak podstupované kreditní riziko je pro většinu bank rizikem nejvýznamnějším, bylo rozhodnuto, že vzorec pro výpočet kapitálových požadavků bude stanoven regulatorně („regulatorní model“) a banka bude moci do tohoto vzorce doplňovat vlastní odhady vybraných parametrů¹⁵⁶.

To znamená, že banka může na základě svých interních dat odhadnout:

- pravděpodobnost selhání protistrany (probability of default, PD), jinak řečeno jaké procento protistran během jednoho roku nesplní své závazky,
- ztrátu vzniklou při selhání (loss given default, LGD), jinak řečeno jakou procentní část poskytnuté pohledávky banka při selhání protistrany ztratí,
- expozici při selhání (exposure at default, EAD), jinak řečeno jak velká bude expozice banky vůči protistarně v případě jejího selhání,
- a případně maturitu (M).

Tyto odhady pak dosadí do regulatorního vzorce a pomocí tohoto vzorce spočítat kapitálové požadavky (respektive rizikově vážená aktiva). Pro ilustraci je uveden regulatorní vzorec pro korporátní expozice:

$$\text{Kapitál (K)} = [\text{LGD} \times N\{((1-R)-0,5 \times N^{-1}(\text{PD})) + (R/1-R)0,5 \times N^{-1}(0,999)\} - \text{PD} \times \text{LGD}] \times \{1 + (M-2,5) \times b\} / (1 - 1,5 \times b)$$

Přičemž:

- b maturity adjustment, $b = (0,11852 - 0,05487 * \ln(\text{PD}))^2$, zohledňuje předpoklad, že při nízké PD s rostoucí maturitou existuje vysoký potenciál k zhoršení PD.
- R je korelační funkce, vyjadřující závislost selhání dlužníka na ekonomické situaci státu. Čím nižší PD, tím větší tato závislost je.
- N označuje kumulativní funkci standardního normálního rozdělení s nulovou střední hodnotou a jednotkovým rozptylem

Základní charakteristika IRB přístupu

Prvním krokem nutným k tomu, aby bylo možné zavést IRB přístup, je rozčlenění portfolia banky do několika odlišných kategorií aktiv. V každé kategorii aktiv je totiž IRB přístup určitým způsobem modifikován. Aktiva se tedy dělí na pohledávky vůči státům, pohledávky vůči bankám, pohledávky vůči podnikům, retailové pohledávky a akcie. Banka

¹⁵⁶ Vzorec je založen na jednofaktorovém modelu selhání aktiv. Podíl selhání v portfoliu je určen Vašíčkovým rozdělením.

nemusí zavádět IRB přístup u všech kategorií, u některým může i nadále používat standardisovaný přístup. V dalším textu se budeme zabývat pouze pohledávkami vůči podnikům a retailovými pohledávkami a to zejména z toho důvodu, že jedná o kategorie, pro které je IRB přístup nejčastěji používán.

Aby bylo možné použít IRB přístup u retailových pohledávek, musí být banka schopna odhadovat jak jejich PD, tak i LGD, zatímco u pohledávek vůči podnikům stačí mít k dispozici odhad PD. Zásadní otázkou pak je, jakým způsobem a na základě jakých údajů se tyto rizikové charakteristiky odhadují.

Banka je schopna tyto rizikové charakteristiky odhadovat pouze v případě, že provádí pravidelné hodnocení bonity protistran, se kterými uzavírá úvěrové obchody a na základě výsledku tohoto hodnocení je rozřazuje do určitých skupin dle jejich rizikovosti. Jinak řečeno, v bance existuje interní ratingový systém, v jehož rámci jsou pohledávky rozčleněny podle své rizikovosti do relativně homogenních stupňů. Pro každý stupeň tohoto interního ratingového systému je pak možné na základě pozorovaných dat stanovit či odvodit příslušné rizikové charakteristiky, zejména PD. Jinak řečeno, pokud banka nemá dostatečně robustní interní ratingový systém, nemůže v žádném případě odhadovat rizikové charakteristiky a nemůže tedy ani používat IRB přístup.

Vzhledem k odlišnému naturelu a způsobu zacházení se používá odlišný ratingový systém pro pohledávky za podniky a odlišný systém pro pohledávky retailové.

Jak již bylo řečeno, aby bylo možné používat IRB přístup, musí být splněno značné množství kvantitativních i kvalitativních požadavků. Tyto požadavky můžeme rozdělit do tří hlavních skupin:

- požadavky na řízení kreditního rizika a využití interního ratingu v tomto procesu
- požadavky, které musí splňovat interní ratingový systém
- požadavky na způsob stanovení odhadů a jejich přesnost

Zde je vhodné poznamenat, že předmětem ověření byla pouze poslední jmenovaná skupina požadavků, zbylé dvě skupiny nebyly k ověření zadány.

Požadavky na řízení kreditního rizika a využití interního ratingu v tomto procesu

Tyto požadavky vycházejí z logiky, že interní ratingový systém může dobře fungovat pouze v tom případě, kdy je součástí dobře fungujícího systému řízení kreditních rizik. Primárně jde o to, aby ratingový systém byl v procesu řízení kreditního rizika aktivně využíván (např. při rozhodování o poskytnutí úvěru, při oceňování těchto úvěrů, při stanovení limitů atd.), aby nebyl vytvořen pouze pro účely kapitálové přiměřenosti (tzv. use test).

Dále sem spadají některé další požadavky, které jsou obecně platné pro všechny sofistikovanější metody, jako např. požadavky na schvalování systému, požadavky na oddělení neslučitelných funkcí, požadavky na datové toky, testování a interní audit.

Požadavky, které musí splňovat interní ratingový systém

Do této skupiny spadají požadavky na strukturu ratingového systému, na způsob zařazování expozic do jednotlivých ratingových stupňů a požadavky na integritu procesu zařazování do jednotlivých stupňů.

Ratingový systém by měl zohledňovat jak riziko dlužníka, tak i riziko transakce. Ratingová stupnice v případě pohledávek za podniky by měla mít minimálně 8 stupňů, z nichž alespoň jeden stupeň musí být vyhrazen pro dlužníky, kteří neplní své závazky. V případě retailových pohledávek není počet stupňů (případně poolů pohledávek, neboť zde je umožněn portfoliový přístup) striktně předepsán.

Protistrany zařazené do jednoho stupně by měly být z hlediska podstupovaného kreditního rizika značně homogenní. Při jejich zařazování je třeba zabránit nadměrné koncentraci protistran v jednom ratingovém stupni. Pokud by k tomu došlo, je třeba takovýto stupeň rozdělit.

Při zařazování protistran do jednotlivých stupňů je třeba postupovat konzistentně. Především je nutné dostatečně podrobně stanovit definice jednotlivých stupňů a kritéria pro zařazování protistran do těchto stupňů. Tato kritéria by měla být v souladu s úvěrovou politikou banky.

V případě podniků by každá protistrana měla být hodnocena samostatně. Pohledávky vůči jedné protistraně by měly v zásadě být zařazeny do stejného ratingového stupně. Rating by měl přidělovat zaměstnanec, který nemá přímý prospěch z rozhodnutí o poskytnutí úvěru. Na retailové pohledávky však tato pravidla vztažena nejsou, zejména vzhledem k tomu, že zde banky většinou používají portfoliový přístup a jednotlivé pohledávky jsou relativně malé.

Při zařazování protistran do jednotlivých ratingových stupňů by měly být zohledněny veškeré relevantní dostupné informace. Přidělený rating by měl být aktualizován alespoň jednou ročně, v případě problémových protistran i častěji.

V případě že banka používá statistické či jiné technické metody pro zařazení protistran do jednotlivých ratingových stupňů, musí prokázat, že takovéto techniky mají dobrou predikční schopnost a musí jejich výsledky pravidelně ověřovat. Navíc je požadováno, aby použití takovýchto postupů bylo doplněno expertním úsudkem a posouzením.

Interní ratingový systém a jeho provoz musí být samozřejmě také dostatečně dokumentován.

Požadavky na způsob stanovení odhadů a jejich přesnost

Jak již bylo dříve řečeno, pouze tato skupina požadavků byla dle zadání banky předmětem ověření. Konkrétně se jednalo o odhad PD u pohledávek za podniky a odhady PD, LGD a EAD u retailových pohledávek.

V této oblasti je nutné zejména posoudit, z jakých dat banka při odhadu rizikových charakteristik vychází, jakým způsobem tyto charakteristiky odhaduje, jakou mají tyto charakteristiky vypovídací schopnost a jakým způsobem je tato vypovídací schopnost ověřována.

Při odhadech jednotlivých rizikových charakteristik by měla být zohledněna veškerá relevantní data a informace. Tyto odhady by neměly být založeny pouze na expertním úsudku. U podnikových expozic se jednotlivé charakteristiky odhadují většinou samostatně, v případě retailu je možné použít odhady očekávaných ztrát s tím, že banka je schopna provést rozklad ztráty na příslušné dílčí rizikové charakteristiky, tzn. PD, LGD a případně konverzní faktory pro stanovení EAD. V každém případě by banka měla ke svým odhadům připojit určitou míru konzervatismu.

PD pro jednotlivé ratingové stupně by měla být stanovována jako dlouholetý průměr jednoročních pozorovaných podílů selhání. PD je možné odhadovat na základě vlastních historických dat, nebo je možné použít statistické model k předpovědi selhání (např. KMV), případně je možné namapovat interní ratingové stupně na ratingovou stupnici používanou uznanou ratingovou agenturou.

Datové řady potřebné pro odhad hodnoty PD by měly mít délku alespoň pět let. Nicméně pro počáteční období je možné začít s dvouletou časovou řadou, která se bude postupně prodlužovat, až dosáhne délky pěti let. Data mohou být časově vážena.

Obdobná pravidla platí i pro odhad LGD a konverzních faktorů pro stanovení EAD. LGD se většinou odhaduje pro obdobné typy transakcí, v případě retailu často též pro jednotlivé pooly. Měly by se používat buďto dlouhodobé průměry, nebo případně hodnoty vztažené k období ekonomického poklesu. Budoucí čerpání mohou být zohledněna buďto v odhadech konverzních faktorů, nebo přímo v odhadech LGD.

V případě retailu je možné požadované pětileté období pro délku časových řad zkrátit na dva roky s tím, že toto období se bude postupně prodlužovat. Data mohou být opět časově vážena.

Pro validaci přesnosti a konzistence odhadů rizikových charakteristik je nutno stabilní a dostatečně robustní systém. Minimálně je nutné pravidelně porovnávat realizovaná selhání odhadovanými hodnotami PD pro každý ratingový stupeň a analyzovat případné negativní rozdíly. Obdobné porovnání je třeba provádět i pro odhady LGD a konverzních faktorů. Tato porovnání je vhodné doplnit dalšími nástroji.

Literatura:

International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards,
Basel Committee on Banking Supervision, Bank for International Settlements, Basel 2004,
ISBN 92-9131-669-5

Directive 2006/48/EC relating to the taking up and pursuit of the business of credit institution,
Official Journal of the European Union, 2006

Glantz Morton, Jonathan Mun: The banker's handbook on credit risk: implementing Basel II,
Elsevier Academic Press, Burlington, 2008 ISBN 978-0-12-373666-6